Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

«Затверджую»
Зав. кафедри теоретичної та
прикладної системотехніки
_____ д.т.н., проф. С. І. Шматков
«___» _____ 2021 р

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
бакалавра

на тему: «**МОДЕЛЬ УПРАВЛІННЯ ДОСТУПНІСТЮ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ»**

Захищено на засіданні
Атестаційної комісії № 39
протокол № __ від __.06.2021 р.
Оцінка _____ / _____
Голова Атестаційної комісії
д.т.н., професор
_____ МІНУХІН С. В.

Виконав:

студент 4 курсу, групи КУ– 41
Галузь знань: 15 – Автоматизація та приладобудування
за спеціальністю 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології.
ХИЖНЯК Олег Вікторович

Керівник:

старший викладач кафедри
теоретичної та прикладної
системотехніки
ПАВЛОВ Анатолій Миколайович

Рецензент: к.т.н., доц., доцент кафедри безпеки інформаційних систем і технологій
КОНОВАЛОВА Євгенія Павлівна

Харків – 2021

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і одного додатку. Загальний обсяг роботи складає 49 сторінок, із яких 40 сторінок основної частини з 21 рисунками та 8 таблицями, 17 найменувань списку використаних джерел на 2 сторінках і 3 додатки на 7 сторінках.

Дана робота присвячена аналізу методичних питань вибору технології, а також, моделюванню та розрахунку показників надійності інформаційної системи, як структурно складної організаційно-технічної системи.

Метою роботи є розробка моделі управління доступністю комп'ютерної системи.

Об'єктом дослідження є процес управління доступністю комп'ютерної системи на етапі проектування.

Предметом дослідження є математична модель вибору структурної схеми комп'ютерної системи, яка дозволяє забезпечити максимальну надійність.

Актуальність даної роботи полягає в тому, що розробка і впровадження нових технологій і методики, в основі яких лежать процеси автоматизованого побудови математичних моделей є найбільш перспективним напрямком практичної реалізації методів системного аналізу надійності сучасних ІС.

В дипломній роботі описано цілі та завдання проекту. Приведено теоретичні відомості, необхідні для чіткого формулювання знань в даній галузі. Обговорено питання розробки, тестування та аналізу комп'ютерної моделі.

Ключові слова: КРИТЕРІЇ НАДІЙНОСТІ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ОПТИМАЛЬНЕ РІШЕННЯ, ЕОМ - ЕЛЕКТРОННА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА МАШИНА (КОМП'ЮТЕР), АРМ - АВТОМАТИЗОВАНЕ РОБОЧЕ МІСЦЕ.

ABSTRACT

Thesis consists of an introduction, three chapters, conclusions, list of references and appendices. The total amount of work is 49 pages, 40 pages of which the main part of the 21 figures and 8 tables, two pages list of references with 18 titles, 3 applications at 7 pages.

Thesis is devoted to the analysis of methodological issues of technology choice, as well as modeling and calculation of indicators of reliability of the information system as a structurally complex organizational and technical system.

The aim of the work is to develop a model for managing the availability of a computer system.

The object of research is the process of managing the availability of a computer system at the design stage.

The subject of the research is a mathematical model of the choice of the structural scheme of a computer system, which allows to ensure maximum reliability.

The relevance of this work is that the development and implementation of new technologies and techniques, which are based on the processes of automated construction of mathematical models is the most promising area of practical implementation of methods of systematic analysis of the reliability of modern information systems.

The goals and the objectives of the project are described in the thesis. The theoretical information necessary for a clear statement of knowledge in the branch is given. The issues of development, testing and analysis of a computer model were discussed.

Key words: RELIABILITY CRITERIA, MATHEMATICAL MODEL, OPTIMAL SOLUTION, ELECTRONIC COMPUTER, AUTOMATED WORKPLACE.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

ЕОМ - Електронна обчислювальна машина (Комп’ютер).

АРМ - Автоматизоване робоче місце.

ІС – Інформаційна система.

ВСТУП

Оцінка надійності та безпеки систем передбачена вимогами державних та міжнародних стандартів і керівними документами про декларування промислової безпеки і оцінки ризику. Готовність організацій і підприємств, що розробляють і експлуатують різні складні технічні системи, виконувати аналіз їх надійності та безпеки є обов'язковою умовою їх державної і міжнародної сертифікації. Такий аналіз необхідний практично на всіх етапах життєвого циклу систем і, перш за все, на стадії проектування.

Його головною метою є отримання достовірної інформації, необхідної для вироблення і обґрунтування управлінських рішень в областях:

– забезпечення надійності і безпеки;

– забезпечення високої якості продукції, що випускається;

– оптимізації витрат на забезпечення надійності та безпеки проектованих або експлуатованих систем.

Неможливо уявити функціонування сучасного підприємства без застосування інформаційних систем (ІС) різної складності. ІС на базі персональних комп'ютерів давно переросли той час, коли ПК використовувався насамперед як АРМ, або інтелектуальної друкарської машинки. Сьогодні ці ІС збирають дані і, переробляючи їх, постачають керівникам інформацію, необхідну для прийняття відповідальних рішень.

Одним з основних критеріїв якості є надійність, тобто властивість системи зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах експлуатації. Чим якісніше система, тим вона надійніше, і навпаки. У зв'язку з цим постає завдання розрахунку, прогнозування та підвищення надійності системи.

Надійність роботи інформаційних систем визначається надійністю функціональних компонентів, загального програмного забезпечення, комплексів технічних та інженерних засобів.

Надійність роботи ІС залежить від багатьох факторів. Її основи закладаються на етапі проектування при виборі архітектурних рішень і визначенні вимог до елементів, які реалізують архітектуру. Такі властивості, як простота архітектури, надійність елементів, наявність надмірності для забезпечення живучості, керованість є атрибутами будь-якої сучасної, грамотно побудованої ІС. Проте, навіть при наявності цих властивостей фаза експлуатації ІС залишається досить складною, яка має небезпеку неприємними сюрпризами. Таким чином, надійність є внутрішньою властивістю системи, закладеним при її створенні і виявляється в часі при функціонуванні та експлуатації.

Робота присвячена аналізу, в основному, методичних питань вибору технології, постановки завдань, моделювання та розрахунку показників надійності ІС як структурно складної організаційно-технічної системи.

Метою роботи є розробка моделі управління доступністю комп'ютерної системи.

Об'єктом дослідження є процес управління доступністю комп'ютерної системи на етапі проектування.

Предметом дослідження є математична модель вибору структурної схеми комп'ютерної системи, яка дозволяє забезпечити максимальну надійність.

Сказане дозволяє зробити висновок, що розробка і впровадження нових технологій і методики, в основі яких лежать процеси автоматизованого побудови математичних моделей є найбільш перспективним (а по суті справи - єдино можливим) напрямком практичної реалізації методів системного аналізу надійності сучасних ІС.

Існуючі в даний час технології автоматизованого розрахунку і прогнозування надійності реалізуються на практиці за єдиною загальною методикою, яка характеризується наступними трьома основними етапами:

1. формалізувати постановки задачі моделювання та розрахунку показників надійності систем, яка включає в себе:

· розробку структурних моделей (схем) досліджуваних властивостей системи (надійності, безпеки, сценаріїв виникнення і розвитку аварійних ситуацій і ін.);

· завдання критеріїв, що визначають узагальнені умови реалізації властивостей надійності ІС;

· визначення значень показників надійності і безпеки елементів ІС.

2. Автоматичного побудови (за допомогою ЕОМ) математичних моделей, необхідних для виконання розрахунків і проведення аналізу надійності ІС в цілому.

3. Виконання (на основі побудованих за допомогою ЕОМ математичних моделей) розрахунків системних показників надійності і безпеки, вирішення завдань оптимізації, синтезу і підготовки інформації, необхідної для вироблення і обґрунтування різних управлінських рішень, з питань забезпечення необхідного рівня надійності ІС.

В даний час, найбільшого поширення і застосування в теорії надійності отримала методика розрахунку показників надійності, побудована на методах теорії ймовірностей і математичної статистики.

РОЗДІЛ 1
ПОНЯТТЯ ДОСТУПНОСТІ МЕРЕЖІ. АНАЛІЗ МЕТОДА РАЗРАХУНКУ АПАРАТНОЇ ДОСТУПНОСТІ

1.1 Апаратні і програмні способи забезпечення доступності мережі

В теперішній час технічні та програмні засобі комп'ютерної мережі та умови їх роботи є все більш важкими. Кількість елементів в окремих обліках засобів нараховують кілько тисяч. При цьому під доступністю будемо розуміти такий стан мережі, коли мережа відповідає всім вимогам до її функціонування, та зберігає робото спроможній стан деякій термін часу.

Оцінювати доступність пропонується кількісними показниками надійності.

Розглянемо таблицю класифікації доступності. Доступність буває апаратна і програмна (Рисунок 1.1).

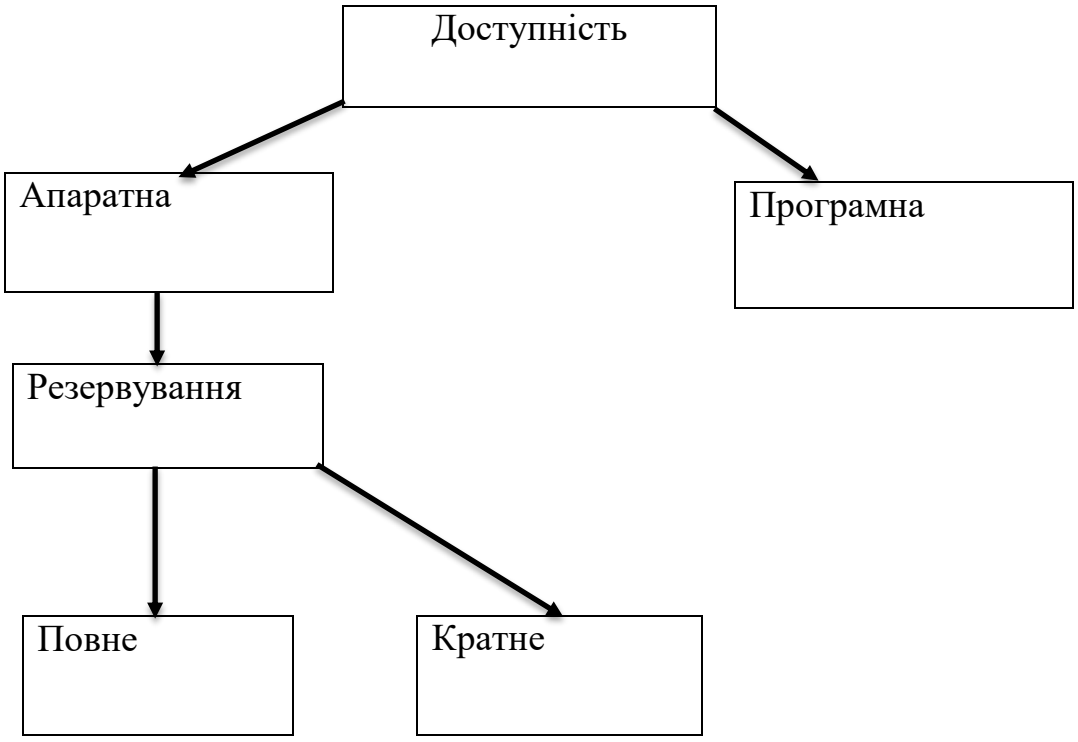


Рисунок 1.1 – Класифікація доступності систем

Апаратна доступність включає в себе резервування. Резервування буває двох типів повне і кратне. Повне резервування як правило використовується в складних системах на великих підприємствах на яких системи повинні працювати завжди, без зупинок. Кратне резервування використовується в іншого роду системах де допускається не така складне і не постійне навантаження на компоненти системи. В роботі розглядаються питання тільки апаратної доступності. Далі проведено дослідження методів, виявлю їх основні переваги та недоліки та обрано метод, яким буду користуватися для вирішення задачі.

1.2 Аналіз методів розрахунку апаратної доступності мережі

В джерелах [1-6] наведені різноманітні методи розрахунку доступності складних систем. Відобразимо переваги та недоліки розглянутих методів в вигляді таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

Переваги та недоліки методів

Назви методів	Переваги	Недоліки
Аналітичні методи	1. Важливі для дослідження надійності реальних технічних систем, оскільки для великої кількості факторів, що впливають на надійність систем, висока вірогідність імітаційного моделювання практично недосяжна.	1. Методи складні, що не допустимо до машинних алгоритмів і програм. 2. Дозволяють аналізувати системи тільки простої структури. 3. Відсутня єдина математична модель надійності функціонування систем. 4. Існують проблеми вивчення нестаціонарних характеристик надійності. 5. Неможливо досліджувати залежні процеси, аналізувати системи зі змінною структурою.

Продовження таблиці 1.1.

Методи імітаційного моделювання	1. Універсальні методи які допускають розгляд систем з великою кількістю елементів.	1. Використовують в якості методу дослідження задач надійності доцільності лише тоді, коли важко або неможливо отримати аналітичне рішення.
Метод статистичного моделювання (або метод Монте-Карло)	1. Метод є найбільш ефективним, а в ряді випадків - єдино можливим для оцінки показників надійності унікальних або малосерійних виробів, до яких відноситься обладнання атомних енергетичних установок. 2. Статична оцінка законів розподілу відмов застосовується для різного устаткування електричних мереж, в тому числі для повітряних і кабельних ліній.	1. Невизначений час розрахунку. 2. Наближене обчислення результату.
Евристичні методи	1. Простота й ефективність для рішення будь-яких задач.	1. Не дає особливо оригінальних ідей і рішень, як інші евристичні методи.

Закінчення таблиці 1.1.

		2. Не гарантує абсолютного успіху в рішенні творчих задач.
Метод декомпозиції	1. Дозволяє отримати досить точні верхню і нижню межі оцінюваного показника надійності.	1. Не дає особливо оригінальних ідей і рішень і, як інші евристичні методи. 2. Не гарантує абсолютного успіху в рішенні творчих задач.
Графова модель надійності	1. Точні розрахунки.	1. Займає багато часу на виконання.

Проаналізувавши більшість методів, я вирішив, що краще всього для вирішення моєї задачі мені знадобиться аналітичні методи. Ці методи використовується для дослідження надійності реальних технічних систем, оскільки для великої кількості факторів, що впливають на надійність систем, висока вірогідність імітаційного моделювання практично недосяжна. Проаналізувавши більшість, я вирішив, що краще всього для вирішення моєї задачі мені знадобиться аналітичні методи. Ці методи використовується для дослідження надійності реальних технічних систем, оскільки для великої кількості факторів, що впливають на надійність систем, висока вірогідність імітаційного моделювання практично недосяжна.

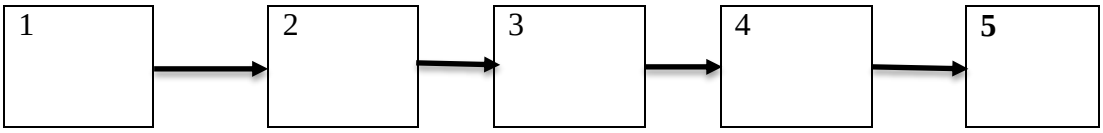
1.3 Постановка задачі на дослідження

Нехай потрібно побудувати систему, що складається з послідовно з'єднаних і незалежно виходять з ладу підсистем. Перша підсистема може бути реалізована на одному з $z1 = 7$ типів елементів, для другої, третьої і четвертої

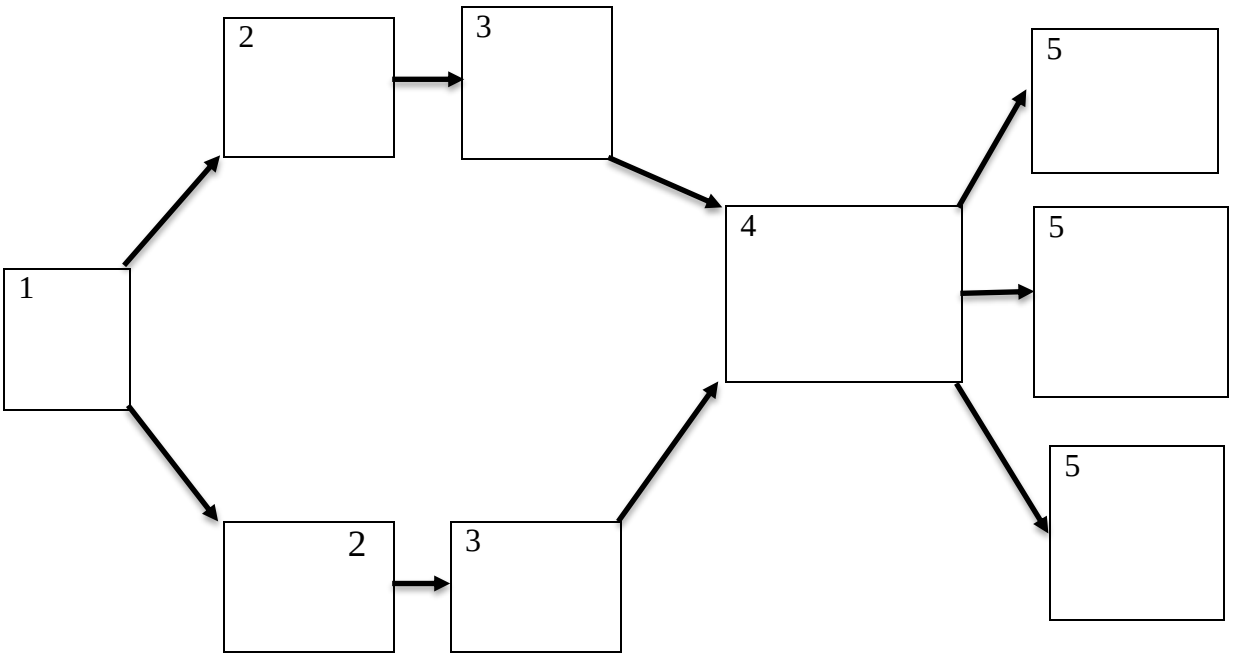
підсистеми ʒ2 = ʒ3 = ʒ4 = 4, а для п'ятої ʒ5 = 6. Потрібно визначити варіант системи (тобто вибрати спосіб реалізації кожної підсистеми), який доставляє екстремум цільової функції P (максимум надійності) і забезпечує успішне вирішення всіх завдань, поставлених перед системою, з вірогідністю не нижче заданих управлінь, при цьому витрати не повинні перевищувати заданої межі.

Розглянемо логіко-надійностні схеми з урахуванням резервів да без. Структурні схеми мають такий вид:

1)



2)



3)

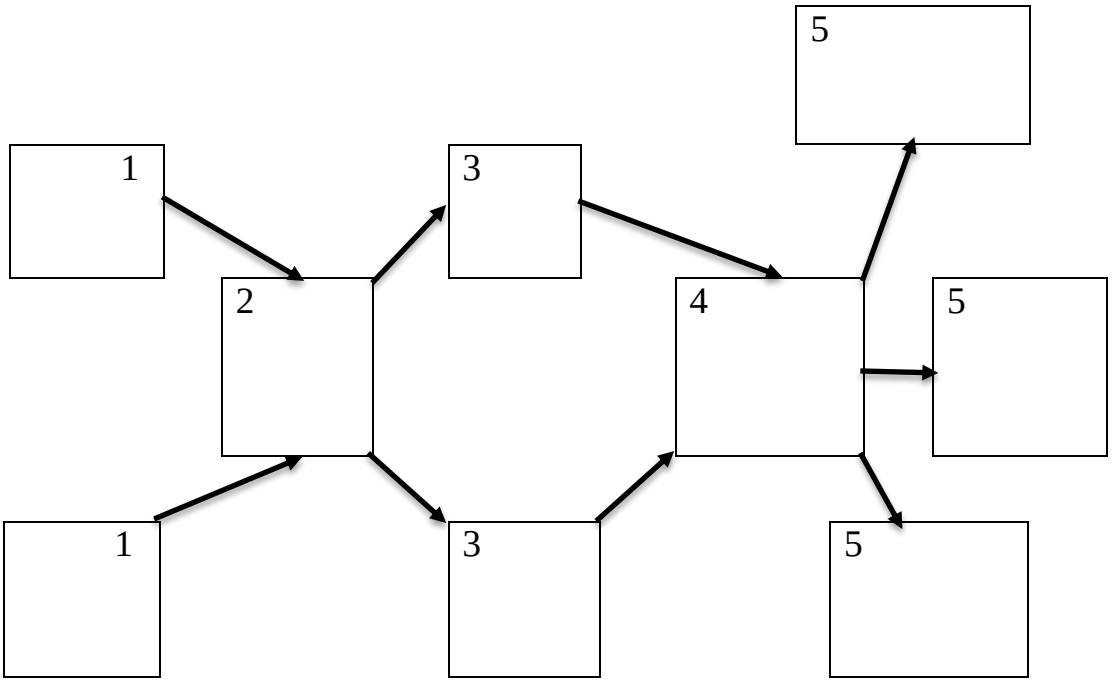


Рисунок 1.2 Варіанти побудови структурних схем складної системи

Резервування можливо робити різними способами, варто враховувати важливість кожного елемента системи і його параметри, і після того як все враховано треба приймати оптимальне рішення.

Таким чином, структурна схема складної системи має безліч варіантів. Безумовно розрахунок показників всіх варіантів займає багато часу. Необхідно розробити методику відбору таких елементів, які забезпечують максимальну надійність системи та мають відповідати обмеженням.

В основі наукового аналізу надійності сучасних складних ІС лежать математичні моделі і комп'ютерні технології. З їх допомогою повинні здійснюватися розрахунки значень необхідних показників, вирішуватися завдання оптимізації, синтезу, вироблення і обґрунтування управлінських рішень. Від забезпечення можливості досить точно і оперативне вирішувати зазначені завдання безпосередньо залежить економічність, ресурсозбереження та конкурентоспроможність сучасного виробництва.

РОЗДІЛ 2.
РОЗРОБКА МОДЕЛІ РОЗРАХУНКИ НАДІЙНОСТІ МЕРЕЖІ ПРИ ЗАДАНИХ ОБМЕЖЕННЯХ

2.1. Розробка математичної моделі розрахунку структури мережі за критерієм максимальної надійності.

В даний час системи управління ставали складніше і складніше. Відповідно, до них виявляються більш високі вимоги по надійності. При цьому завжди виникає суперечність між забезпеченням максимальної надійності і вартістю системи. Дозвіл протиріччя можливо при вирішенні оптимізаційної задачі при обмеженні ресурсів і техніко-економічних параметрів елементів підсистем.

В пункті 1.3. наведена постановка задачі та приведена структурна схема складної системи Рисунок. 1.2 (1). Для практичного аналізу надійності ІС необхідна відповідна математична модель.

Математична модель цієї задачі має наступний вигляд: визначити варіант u0, який доставляє максимум цільової функції (формула 2.1).

$$P(v) = \prod_{j=1}^{n} P_j(u_{j(lj)}) \qquad (2.1)$$

При наявності обмежень

$$g_p(v) = \sum_{j=1}^{n} g_p\left(u_{j(lj)}\right) \le g_p^* \quad (p = 1, \dots, q), \qquad (2.2)$$

$$g_p(v) = \sum_{j=1}^{n} g_p\left(u_{j(lj)}\right) \ge g_p^* \quad (p = q+1, \dots, Q), \qquad (2.3)$$

$$v \in V,\ u_{j(lj)} \in U_j,\ (j=1,\dots,n)\ , \qquad (2.3)$$

де U_j – сукупність елементів різних типів, які можуть бути використані в j-й підсистемі, кількість елементів у множині U_j дорівнює z_j;

$V = \prod_{j=1}^{n} U_j$ – варіант системи v ϵ V;

$P_j\left(u_{j(lj)}\right)$ – надійність (ймовірність безвідмовної роботи на заданому інтервалі часу) елемента j-й підсистеми l_j-го типа;

$g_p\left(u_{j(lj)}\right)$ – значення p-го обмежуючого фактора для елемента l_j-го типа j-й підсистеми;

$g_p(v)$ – кількість p-го обмежуючого фактора, який витрачено на всю систему;

g_p^* – максимально можливу кількість p-го обмежує фактора для всієї системи в цілому.

Задача (1) - (3) еквівалентна наступній завданню: знайти максимум.

$$f(v) = \sum_{j=1}^{n} f_j(u_{j(lj)}), \qquad (2.5)$$

при наявності обмежень (2), (3), де $f_j\left(u_{j(lj)}\right) = lgP_j\left(u_{j(lj)}\right)$.

Якщо результат рішення задачі оптимального проектування незадовільний (тобто отримана надійність системи мала), але використовувані ресурси вичерпані не повністю, то необхідно вдатися до резервування елементів підсистеми, розуміючи під цим наступне. Якщо вироблено резервування в j-й підсистеми і вона містить λj + 1 елементів (λj резервних і один основний), то вихід її з ладу відбувається при виході з ладу всіх λj + 1 елементів) (так зване «паралельне резервування»).

Таким чином, методика оптимізації структури складної системи за критерієм надійності буде полягати в наступному:

1. Побудувати систему, що складається з послідовно з'єднаних підсистем.

2. Визначити можливі елементи, з яких може бути побудована кожна підсистема.

3. Провести відсів елементів за типами, не застосовуючи резервування, визначаючи допуски для техніко-економічних параметрів елементів для кожної підсистеми.

4. Визначити мінімальну кратність резервування для кожного з решти типів елементів.

5. Визначити значення цільової функції за критерієм надійності за умови резервування елементів в підсистемах.

6. Знайти оптимальне рішення при максимізації цільової функції.

Розглянемо роботу математичної моделі згідно розробленої методики на прикладі.

2.2 Методика вибору елементів структури мережі за заданими показниками.

Нехай для запропонованої структурної схеми визначена кількість та параметри елементів.

Техніко-економічні параметри (вартість, вага, габарити і надійність) наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Склад та техніко-економічні параметри елементів системи

№ підсистеми	Тип елемента в підсистемі	Вартість	Вага	Габарити	Надійність
1	1	5	10	4	0,6
	2	17	5	2	0,9
	3	10	5	5	0,85
	4	2	40	20	0,55
	5	5	6	5	0,8
	6	25	2	2	0,95
	7	7	35	10	0,65
2	1	9	15	15	0,7
	2	30	10	10	0,95
	3	8	10	40	0,75
	4	10	15	10	0,85

Продовження Таблиці 2.1

3	1	12	12	20	0,75
	2	10	15	15	0,7
	3	25	10	10	0,9
	4	11	15	39	0,7
4	1	5	5	13	0,7
	2	4	10	35	0,8
	3	20	2	5	0,95
	4	5	6	10	0,8
5	1	10	10	20	0,6
	2	12	10	10	0,85
	3	6	40	30	0,55
	4	10	11	10	0,8
	5	27	5	15	0,95
	6	7	20	40	0,6

Необхідно вибрати варіант системи, що забезпечить максимальну надійність, застосовуючи резервування елементів підсистем, причому в якості основного і резервного елементів в j-й підсистемі можуть бути обрані елементи одного з z_j типів і при цьому не повинні порушуватися обмеження на систему в цілому: за вартістю $g_1(v) \leq g_1^*$=50, по вазі $g_2(v) \leq g_2^*$=65, по габаритам $g_3(v) \leq g_3^*$=65.

2.3 Відсів елементів за типами, вартістю, вагою та габаритами не застосовуючи резервування

Система в складі: 1-ша підсистема(7 елементів) -> 2-га підсистема(4 елемента) -> 3-я підсистема(4 елемента) -> 4-та підсистема(4 елемента) -> 5-та підсистема(6 елементів)

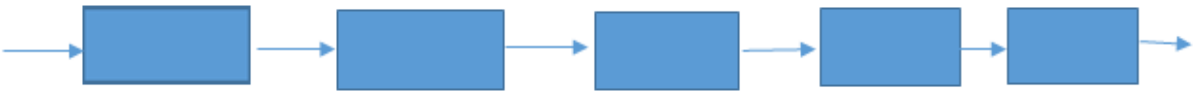


Рисунок 2.1. Логічна-надійністна схема

Для цього в таблиці 2.1 розглянемо стовпець значень вартостей елементів різних типів всіх підсистем, і, упорядкувавши її в рядках по зростанню отримаємо таблицю 2.2.

Таблиця 2.2.

Таблиця вартості елементів

1 підсистема	2(4)	5(5)	5(1)	7(7)	10(3)	17(2)	25(6)
2 підсистема	8(3)	9(1)	10(4)	30(2)			
3 підсистема	10(2)	11(4)	12(1)	25(3)			
4 підсистема	4(2)	5(1)	5(4)	20(3)			
5 підсистема	6(3)	7(6)	10(1)	10(4)	12(2)	27(5)	

2(4) – тип елемента (вартість елемента)

Сума елементів 2-го стовпця таблиці 2, що дорівнює 30 (2 + 8 + 10 + 4 + 6 = 30), менше обмеження по вартості (рівного 50), і, таким чином, необхідна умова існування допустимих рішень виконується.

Обчислюємо $\Delta g_1^1 = g_1^* - g_1(\frac{v^1}{U_1})$ = 50-28=22 – «допуск» для елементів першої підсистеми, і, помічаємо, що тільки елемент останнього стовпця (саме 25 (6)) не влучає в допуск і тому відкидається.

Аналогічно обчислюються допуски для інших підсистем (рядків в таблиці 2), і визначається, що відсіваються 2-ий елемент у другій підсистемі і 5-й в п'ятій підсистемі.

Ці три елементи в подальшому не враховуються. Виписуємо і упорядковуємо таблицю 2.3, яка містить показники ваги елементів.

Таблиця 2.3.

Таблиця ваги елементів

5(2)	5(3)	6(5)	10(1)	37(7)	40(4)
10(3)	15(1)	15(4)			
10(3)	12(1)	15(2)	15(4)		
2(3)	5(1)	6(4)	10(2)		
10(1)	10(2)	11(4)	20(6)	40(3)	

Визначивши, що необхідна умова існування рішення виконується (значення ваги на елементах першого стовпчика, рівне 37, менше 65).

Відсів елементів по вазі робимо аналогічно, обчислюємо допуски для елементів кожної підсистеми і відкидаємо елементи, що не входять в ці допуски. Відсіваються елементи 4-й і 7-й в першій підсистемі і 3-й в п'ятій.

Відсів елементів по габаритам робимо аналогічно, обчислюємо допуски для елементів кожної підсистеми і відкидаємо елементи, що не входять в ці допуски. Відсіваються елементи 3-й у другій підсистемі, 4-й у третій, 2-й в четвертій, 6-й в п'ятій підсистемі.

Повторюємо ітерації з урахуванням відсіяних елементів. Потім знову повертаємося до таблиці 2, викресливши елементи, які були відсіяні на попередніх кроках, і отримаємо таблицю 2.4.

Таблиця 2.4.

Таблиця 2.1 після відсіву елементів

5(1)	5(5)	10(3)	17(2)
9(1)	10(4)		
10(2)	12(1)	25(3)	
5(1)	5(4)	20(3)	
10(1)	10(4)	12(2)	

Поступаючи, як і вище, відсіємо елементи 2-й у другій підсистемі, 3-й в третій, 3-й в четвертій, після чого переконаємося, що подальшого відсіву по вазі Необхідні умови існування рішення при цьому виконується.

Таким чином, в таблиці 2.1 залишилися тільки такі типи елементів:

Таблиця 2.5.

Таблиця резервів

№ підсистеми	1	2	3	4	5
Тип елементів	1, 3, 5	1, 4	1, 2	1, 4	1, 2, 4

Для кожного з решти типів елементів в кожній підсистемі визначаємо максимальну кратність резервування

$$\lambda^*_{j(lj)} = \min_{p=1\ldots a}\left[\frac{\Delta g^j_p}{g_p(u_{j(lj)})} - 1\right], \qquad (2.5)$$

де [a] – ціла частина числа.

Так, для першого елемента першої підсистеми максимальна кратність резервування визначається:

$$\lambda^*_{11} = \left\{min\left\{\left[\frac{\Delta g^1_1}{5}, \frac{\Delta g^1_2}{10}, \frac{\Delta g^1_3}{4}\right]\right\} - 1\right\} = 1, \qquad (2.6)$$

де 5, 10, 4 - відповідно значення вартості, ваги і габаритів елемента 1 в першій підсистемі, а Δg^1_1, Δg^1_2, Δg^1_3 – обчислені вище (в останній ітерації) допуски за вартістю, вагою та габаритами. В результаті отримаємо таблицю 2.6.

Таблиця 2.6.

Таблиця з урахуванням резервування елементів

№ підсистеми	1	2	3	4	5
Тип елемента	1, 3, 5	1, 4	1, 2	1, 4	1, 2, 4
Максимальна кратність резервування	1, 0, 2	0, 1	0, 0	1, 1	0, 0, 1

2.4 Максимізація цільової функції за критерієм надійності за умови резервування елементів в підсистемах

Для нашого прикладу

$$f(v) = \sum_{j=1}^{n}\left(c_0 lg P_j + c_1\right), \qquad (2.7)$$

де $P_j = 1 - \left(1 - P_{j(lj)}\right)^{\lambda_{j(lj)}+1}$ – надійність j-й підсистеми;

$P_{j(lj)}$ – надійність елемента l_j-го типа j-й підсистеми;

c_0, c_1 – константи (c_0>0), які вибирають з зручності обчислень.

Значення логарифмів досить брати з точністю 0,01.

Тоді з урахуванням максимальної кратності резервування (див. Табл. 2.6) і значень техніко-економічних параметрів, що залишилися типів елементів (див. Табл. 2.1 та 2.5) отримаємо таблицю вихідних даних (табл. 2.7)

Таблиця 2.7.

Вихідні дані

№ підсистеми	№ елемента в підсистемі	Тип елемента	Вартість	Вага	Габарити	Цільова функція
1	1	1	5	10	4	0
	2	1	10	20	8	14
	3	3	10	5	5	15
	4	5	5	6	5	12
	5	5	10	12	10	20
	6	5	15	18	15	22
2	1	1	9	15	15	7
	2	4	10	15	10	15
	3	4	20	30	20	21
3	1	1	12	12	20	10
	2	2	10	15	15	7
4	1	1	5	5	13	7
	2	1	10	10	26	18
	3	4	5	6	10	12
	4	4	10	12	20	20
5	1	1	10	10	20	0
	2	2	12	10	10	15
	3	4	10	11	10	12
	4	4	20	22	20	19

У цій таблиці виписані значення вартості, ваги, габаритів і значення цільової функції для варіантів підсистем в разі застосування резервування.

Обчислюємо перше обмеження на цільову функцію

$$f_1^* = \frac{f_{max}+f_{min}}{2} \cong 56 \qquad (2.8)$$

де f_{max} и f_{min} – відповідно сума максимальних і мінімальних в кожній підсистемі значень цільової функції.

Переконаємося, що відсів по обмеженню f(v)≥ f_1^* не відбувається, так як найменша сума чотирьох максимальних в своїх підсистемах значень цільової функції перевищує f_1^*. (21+10+20+19=70) (70>56).

Обчислюємо друге обмеження на цільову функцію

$$f_2^* = \frac{f_{max}+f_1^*}{2} = 74 \quad (2.9)$$

З цього обмеження f(v)≥ f_2^* відсіваються елементи 1.1.1 і 5.1.1, відсів з обмежень на вагу, вартість і габарити не відбувається. Необхідні умови існування допустимого рішення виконуються.

Обчислюємо третє обмеження на цільову функцію

$$f_3^* = \frac{f_{max}+f_2^*}{2} = 83 \quad (2.10)$$

З цього обмеження f(v)≥ f_3^* відсіваються елементи 1.4.5, 2.1.1 та 4.1.1, відсів з обмежень на вагу і габарити не відбувається. За вартістю відсіваються елементи 2.3.4 і 5.4.4.

Необхідні умови існування допустимого рішення виконуються, але перший стовпець таблиці не є допустимим.

Обчислюємо четверте обмеження на цільову функцію

$$f_4^* = \frac{f_{max}+f_3^*}{2} = 87 \quad (2.11)$$

З цього обмеження f(v)≥ f_4^* відсіваються елементи 1.2.1 та 1.3.3, 2.2.4 та 4.3.4 та 5.3.4

Необхідні умови існування допустимого рішення в отриманій таблиці не виконуються (для вартості), тому в ній немає допустимих елементів.

Обчислюємо п'яте обмеження на цільову функцію :

$$f_5^* = \frac{f_3^* + f_4^*}{2} = 85 \qquad (2.12)$$

З цього обмеження f(v)≥ f_5^* до елементів, які залишилися після відсіву по обмеженню f(v)≥ f_4^* додадуться елементи 1.3.3, 2.2.4 та 5.3.4.

Необхідні умови існування допустимих рішень серед невідсіяних елементів виконуються.

За обмеженням на вартість і вагу відкинути елементи 1.6.5, 2.3.4, 3.1.1, 5.4.4 та 5.2.2 (за вартістю) і 4.2.1 (за вагою).

Залишаться тільки елементи: 1.3.3, 1.5.5, 2.2.4, 3.2.2, 4.4.4 та 5.3.4

Варіант 1 системи 1.5.5, 2.4.4, 3.2.2, 4.4.4, 5.3.4 (20 + 15 + 7 + 20 + 12 = 74)

Варіант 2 системи 1.3.3, 2.4.4, 3.2.2, 4.4.4, 5.3.4 (15 + 15 + 7 + 20 + 12 = 69)

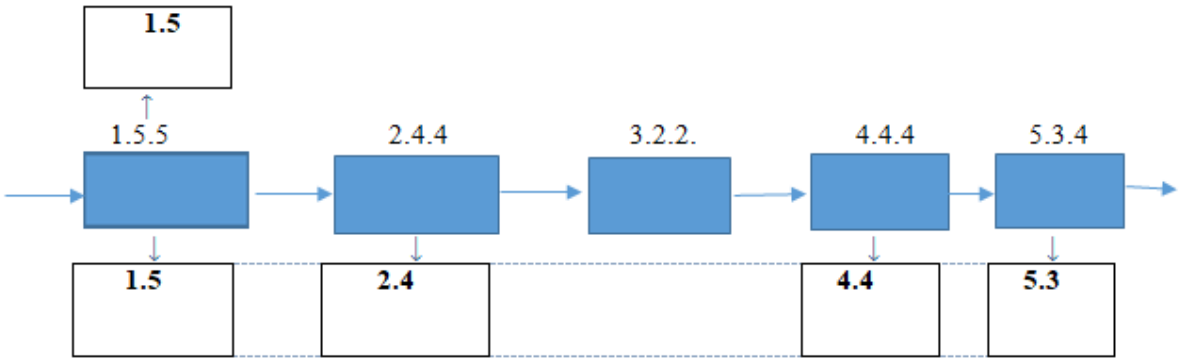


Рисунок 2.2 Результат обчислень

Варіант 1 є оптимальним і має більшу надійність.

Дослідимо як буде змінюватись структурна схема системи при різних варіантах забезпечення ресурсами.

РОЗДІЛ 3.
ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ РОЗРАХУНКИ СТРУКТУРИ МЕРЕЖІ ЗА КРИТЕРІЄМ МАКСИМАЛЬНОЮ НАДІЙНОСТІ

3.1 Вибір програмного середовища для реалізації математичної моделі. Розробка блок-схеми алгоритму

При умовних змінах обмежень результати обчислень будуть змінюватися. Припустимо, що при збільшенні надійності кожної з підсистем зростає і цільова функція, відповідно, зростає надійність всієї системи. При збільшенні допусків, так само зростає цільова функція. Це пояснюється тим, що елементи, що не проходять по допуску з вихідними параметрами і мають більш високу надійність, проходять при збільшенні допуску. Відповідно, при зменшенні допуску - падає надійність. В розділі 3 я проведу обчислення і сформулюю висновок з точними підрахунками.

Для оптимізації структури складної системи за критерієм надійності, мною був використаний табличний процесор Excel. За допомогою нього, в роботі були відсіяні зайві елементи, розрахована максимальна кратність резервування, максимізована цільова функція та розраховане оптимальне рішення. Також виконано зрівняння надійності оптимізованих систем

Microsoft Excel - це прикладна програма, яка призначена для створення електронних таблиць і автоматизованої обробки табличних даних (виконання складних обчислень, побудови діаграм, статистичної обробки даних, обробки даних в списках, рішення задач оптимізації). Потрібна вона, в першу чергу, бухгалтерам, аналітикам та економістам і всім, хто проводить розрахунки. Являє собою велику таблицю, в яку можна вносити дані, тобто друкувати слова і цифри. Також, використовуючи функції цієї програми, можна виробляти з цифрами різні маніпуляції: складати, віднімати, множити, ділити, здійснювати консолідацію даних, автоматизувати звіти, робити складні масиви даних які будуть автоматично оновлюватися при грамотному

складанні. Ця програма потрібна, в першу чергу, для обчислень і автоматизації процесів.

Робоча область Excel називається робочою книгою, яка складається з робочих аркушів. Тобто, в одному файлі-книзі може розташовуватися одна або кілька таблиць, званих Листами.

Кожен лист складається з безлічі осередків, що утворюють таблицю даних. Рядки нумеруються по порядку від 1 до 1 048 576. Стовпці позначаються буквами від A до XFD. Кожна осередок має свої координати. Наприклад, клітинка на перетині 3-й рядки і 2-го стовпця має координати B3. Координати осередки завжди підсвічені на аркуші кольором.

Програмне середовище дозволяє розміщувати дані в довільному порядку на аркуші, програма не обмежує в свободі дій. А значить, можна легко створювати різні таблиці, звіти, форми, макети і шаблони, вибрати оптимальне місце для діаграми.

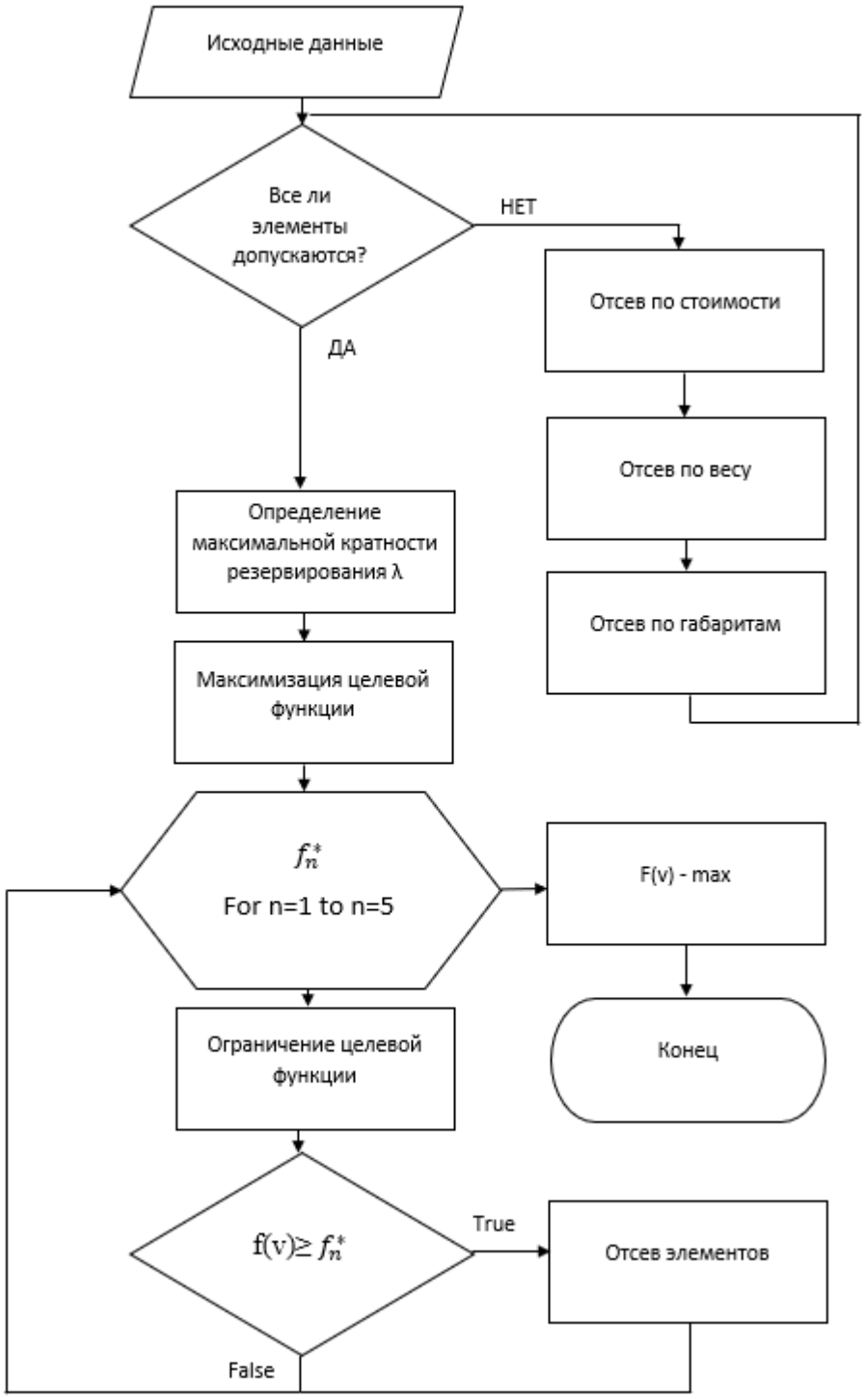


Рисунок 3.1 – Блок-схема оптимізації

Потрібно визначити варіант системи (тобто вибрати спосіб реалізації кожної підсистеми), який доставляє екстремум цільової функції Р і забезпечує успішне вирішення всіх завдань, поставлених перед системою, з вірогідністю не нижче заданих управлінь, при цьому витрати не повинні перевищувати заданої межі. Блок-схема для вирішення задачі зображена на Рисунок. 3.1.

Алгоритм вимагає від користувача структуру, початкові данні, та обмеження за якими буде і оптимізуватися система.

3.2 Дослідження змін структури мережі при обмеженнях значень надійності елементів.

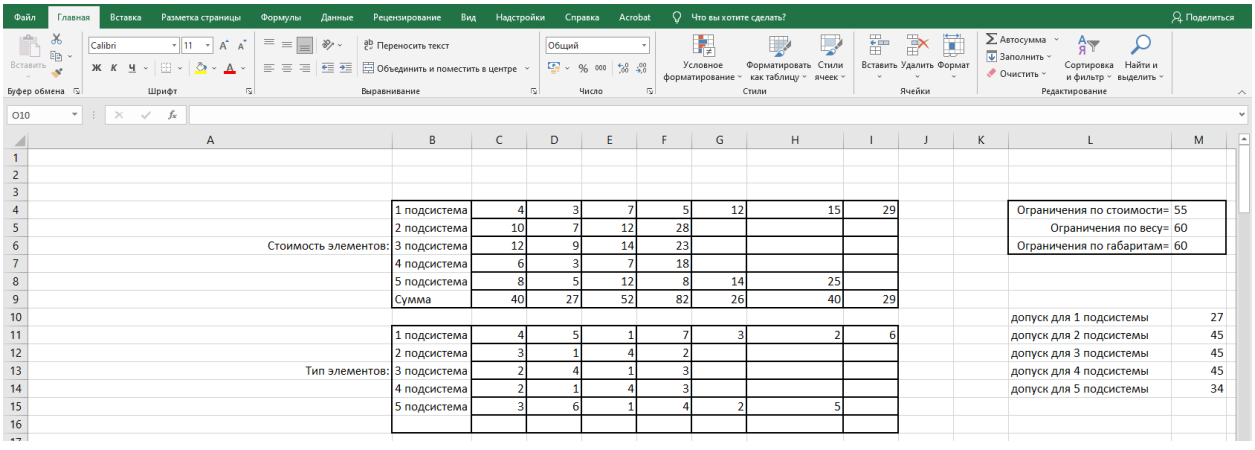
Першим кроком буде відсів елементів за типами, не застосовуючи резервування.

Зазначимо обмеження по техніко-економічним параметрам. Для цього заповнимо 3 осередки за відповідними параметрами:

Ограничения по стоимости=	55
Ограничения по весу=	60
Ограничения по габаритам=	60

Рис. 3.2 – Обмеження по техніко-економічним параметрам

Після цього заповнимо таблицю вказуючи вартість елементів в кожній підсистемі. Для зручності, створимо таблицю такої ж розмірності для вказівки відповідних типів елементів (Рис. 3.3).

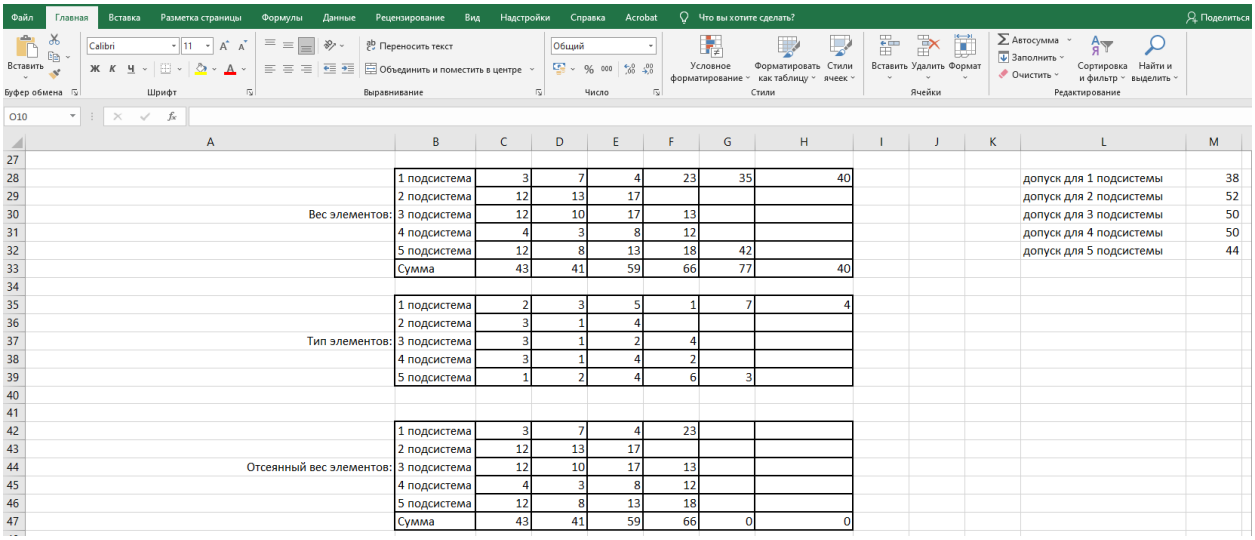


		1 подсистема	4	3	7	5	12	15	29		Ограничения по стоимости=	55
		2 подсистема	10	7	12	28					Ограничения по весу=	60
	Стоимость элементов:	3 подсистема	12	9	14	23					Ограничения по габаритам=	60
		4 подсистема	6	3	7	18						
		5 подсистема	8	5	12	8	14	25				
		Сумма	40	27	52	82	26	40	29			
											допуск для 1 подсистемы	27
		1 подсистема	4	5	1	7	3	2	6		допуск для 2 подсистемы	45
		2 подсистема	3	1	4	2					допуск для 3 подсистемы	45
	Тип элементов:	3 подсистема	2	4	1	3					допуск для 4 подсистемы	45
		4 подсистема	2	1	4	3					допуск для 5 подсистемы	34
		5 подсистема	3	6	1	4	2	5				

Рисунок 3.3 – Таблиця елементів

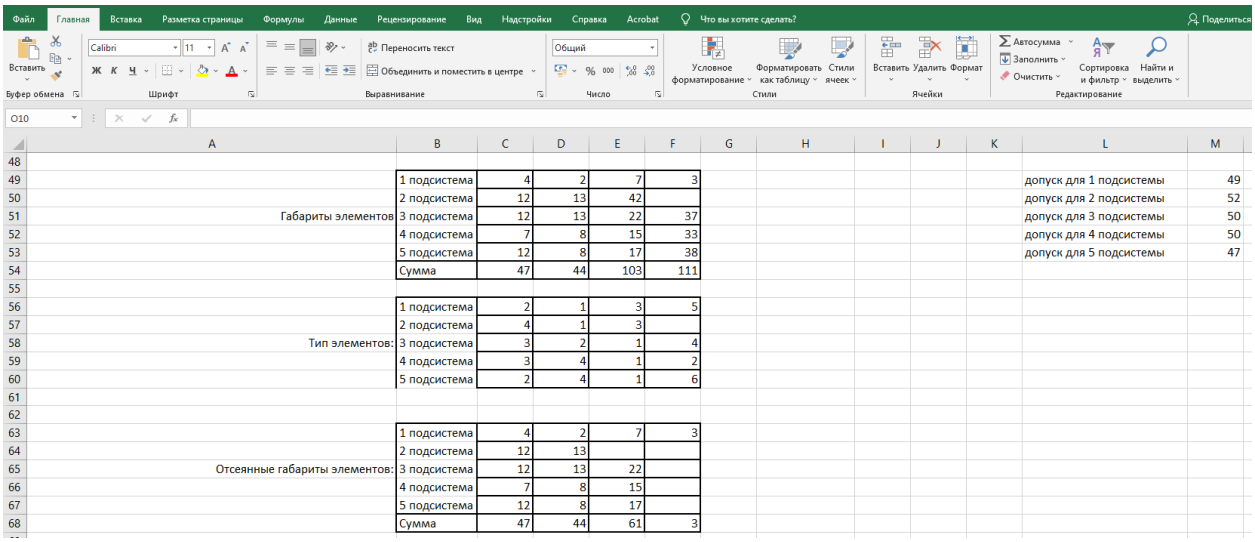
За формулою, обчислимо допуск елементів для n-ої підсистеми Після, відкидаємо елементи з таблиці, які не проходять по допуску. Наступним

кроком, заповнюємо таблиці із зазначенням ваги і габариту (Рис 3.3, 3.4) і з урахуванням відсіву елементів, що не проходять по допуску.



27													
28		1 подсистема	3	7	4	23	35	40				допуск для 1 подсистемы	38
29		2 подсистема	12	13	17							допуск для 2 подсистемы	52
30	Вес элементов:	3 подсистема	12	10	17	13						допуск для 3 подсистемы	50
31		4 подсистема	4	3	8	12						допуск для 4 подсистемы	50
32		5 подсистема	12	8	13	18	42					допуск для 5 подсистемы	44
33		Сумма	43	41	59	66	77	40					
34													
35		1 подсистема	2	3	5	1	7	4					
36		2 подсистема	3	1	4								
37	Тип элементов:	3 подсистема	3	1	2	4							
38		4 подсистема	3	1	4	2							
39		5 подсистема	1	2	4	6	3						
40													
41													
42		1 подсистема	3	7	4	23							
43		2 подсистема	12	13	17								
44	Отсеянный вес элементов:	3 подсистема	12	10	17	13							
45		4 подсистема	4	3	8	12							
46		5 подсистема	12	8	13	18							
47		Сумма	43	41	59	66	0	0					

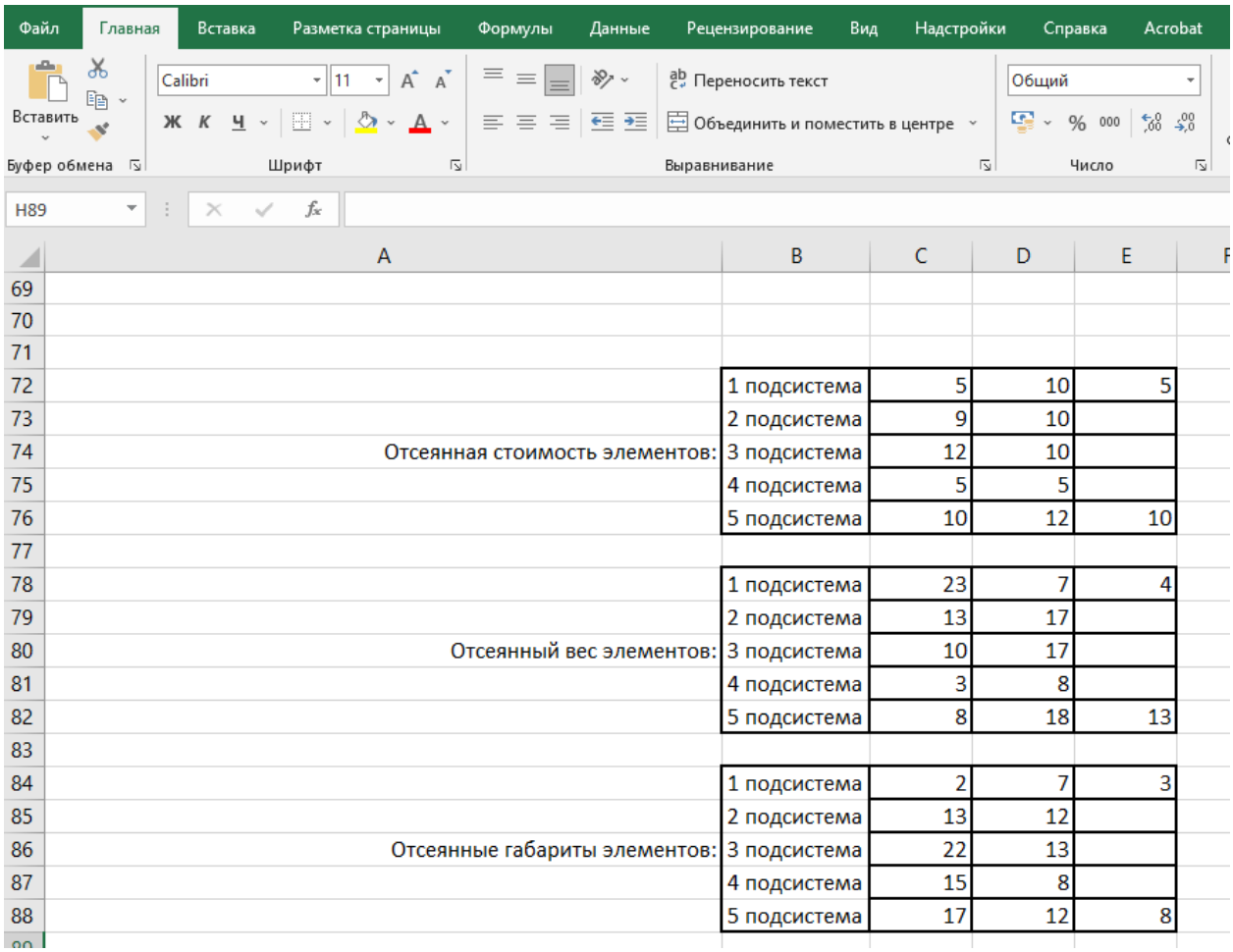
Рисунок 3.4 – Таблиця елементів



48													
49		1 подсистема	4	2	7	3						допуск для 1 подсистемы	49
50		2 подсистема	12	13	42							допуск для 2 подсистемы	52
51	Габариты элементов	3 подсистема	12	13	22	37						допуск для 3 подсистемы	50
52		4 подсистема	7	8	15	33						допуск для 4 подсистемы	50
53		5 подсистема	12	8	17	38						допуск для 5 подсистемы	47
54		Сумма	47	44	103	111							
55													
56		1 подсистема	2	1	3	5							
57		2 подсистема	4	1	3								
58	Тип элементов:	3 подсистема	3	2	1	4							
59		4 подсистема	3	4	1	2							
60		5 подсистема	2	4	1	6							
61													
62													
63		1 подсистема	4	2	7	3							
64		2 подсистема	12	13									
65	Отсеянные габариты элементов:	3 подсистема	12	13	22								
66		4 подсистема	7	8	15								
67		5 подсистема	12	8	17								
68		Сумма	47	44	61	3							

Рисунок 3.5 – Таблиця елементів

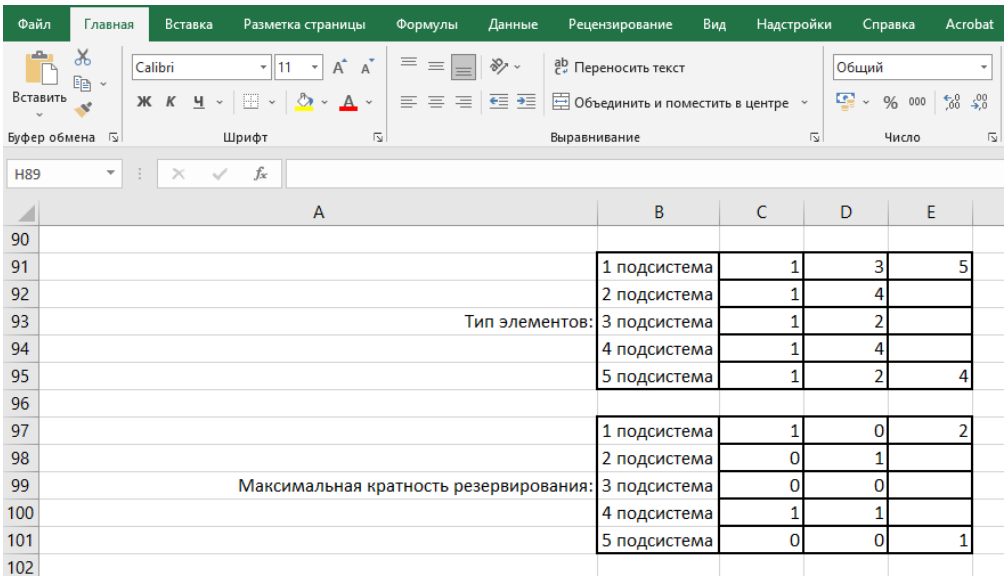
Після, переконуємося що всі елементи проходять допуск, для цього, повторюємо попередні процедури. Отримуємо таблиці відсіяних елементів для кожних техніко-економічних параметрах (Рисунок 3.5)



	A	B	C	D	E
69					
70					
71					
72		1 подсистема	5	10	5
73		2 подсистема	9	10	
74	Отсеянная стоимость элементов:	3 подсистема	12	10	
75		4 подсистема	5	5	
76		5 подсистема	10	12	10
77					
78		1 подсистема	23	7	4
79		2 подсистема	13	17	
80	Отсеянный вес элементов:	3 подсистема	10	17	
81		4 подсистема	3	8	
82		5 подсистема	8	18	13
83					
84		1 подсистема	2	7	3
85		2 подсистема	13	12	
86	Отсеянные габариты элементов:	3 подсистема	22	13	
87		4 подсистема	15	8	
88		5 подсистема	17	12	8

Рисунок 3.6 – Таблиці з відсіяними елементами

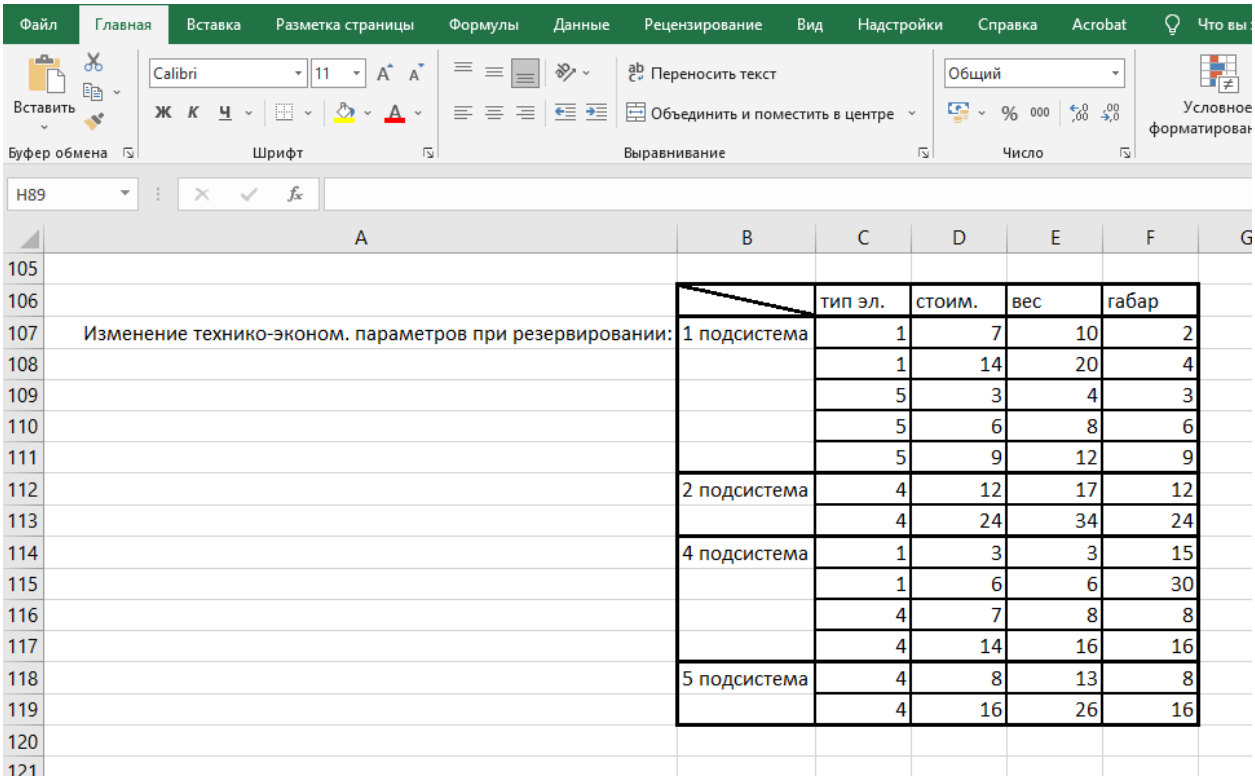
Наступним пунктом буде визначення максимальної кратності резервування. За формулою, обчислюємо кратність резервування для кожного з елементів (осередків в таблиці) (Рисунок 3.7).



	A	B	C	D	E
90					
91		1 подсистема	1	3	5
92		2 подсистема	1	4	
93	Тип элементов:	3 подсистема	1	2	
94		4 подсистема	1	4	
95		5 подсистема	1	2	4
96					
97		1 подсистема	1	0	2
98		2 подсистема	0	1	
99	Максимальная кратность резервирования:	3 подсистема	0	0	
100		4 подсистема	1	1	
101		5 подсистема	0	0	1
102					

Рисунок 3.7 – Максимальна кратність резервування

При резервуванні, так само змінюються техніко-економічні параметри. (Рисунок 3.8)



		тип эл.	стоим.	вес	габар
Изменение технико-эконом. параметров при резервировании:	1 подсистема	1	7	10	2
		1	14	20	4
		5	3	4	3
		5	6	8	6
		5	9	12	9
	2 подсистема	4	12	17	12
		4	24	34	24
	4 подсистема	1	3	3	15
		1	6	6	30
		4	7	8	8
		4	14	16	16
	5 подсистема	4	8	13	8
		4	16	26	16

Рисунок 3.8 – Зміна техніко-економічних параметрів при резервуванні

Наступним пунктом буде максимізація цільової функції. За формулою, обчислюємо цільову функцію для кожного з елементів (Рисунок 3.9).

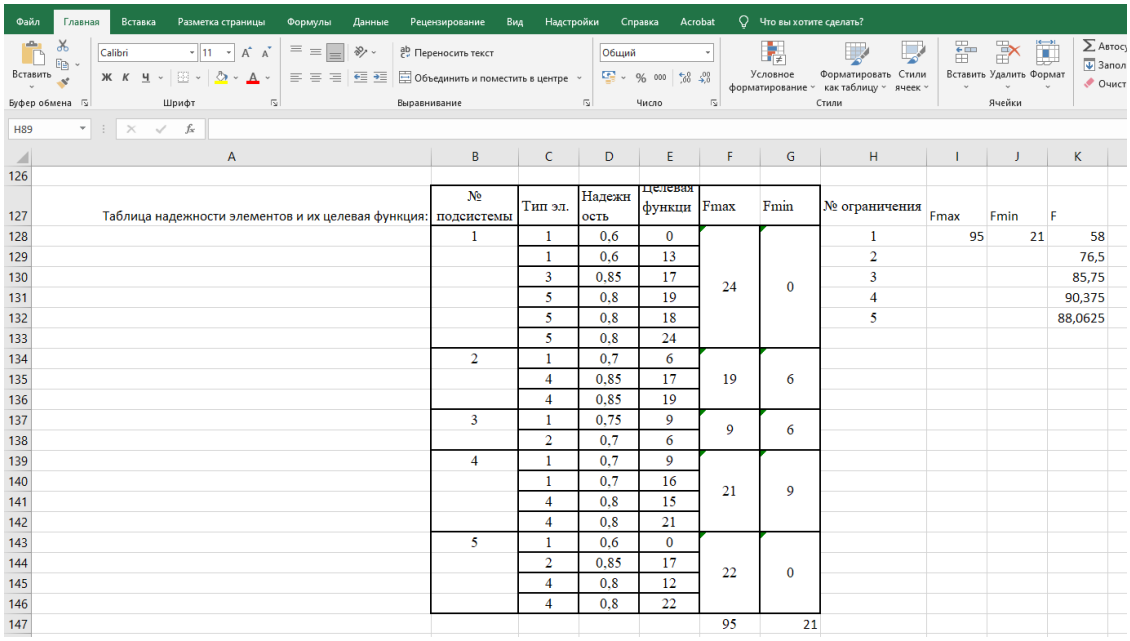


Таблица надежности элементов и их целевая функция:	№ подсистемы	Тип эл.	Надежность	Целевая функция	Fmax	Fmin
	1	1	0,6	0	24	0
		1	0,6	13		
		3	0,85	17		
		5	0,8	19		
		5	0,8	18		
		5	0,8	24		
	2	1	0,7	6	19	6
		4	0,85	17		
		4	0,85	19		
	3	1	0,75	9	9	6
		2	0,7	6		
	4	1	0,7	9	21	9
		1	0,7	16		
		4	0,8	15		
		4	0,8	21		
	5	1	0,6	0	22	0
		2	0,85	17		
		4	0,8	12		
		4	0,8	22		
					95	21

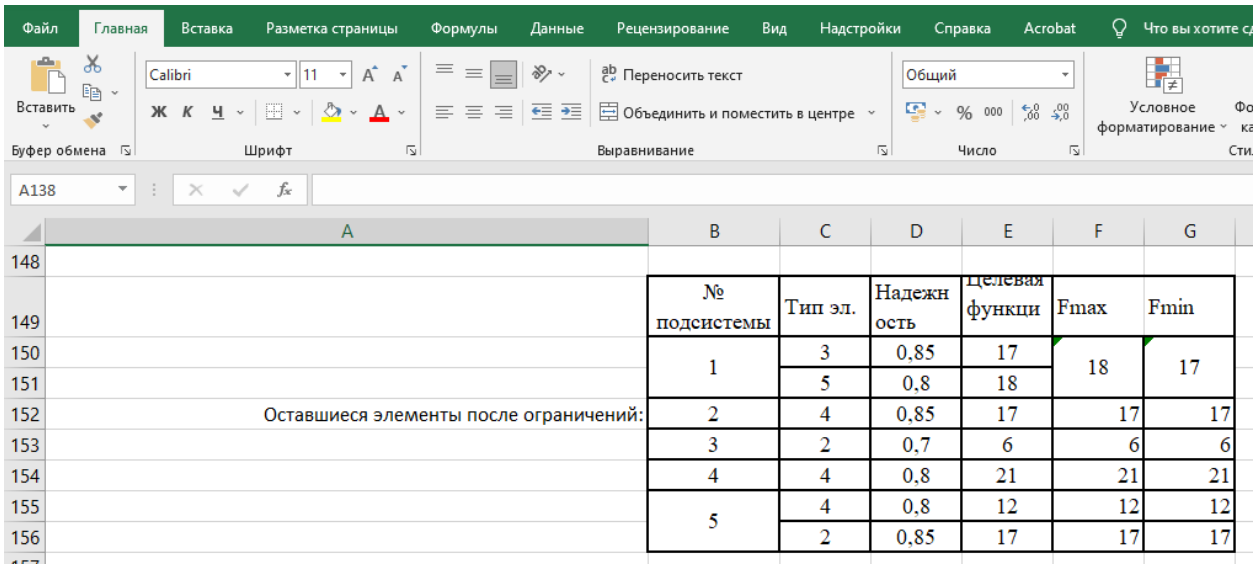
№ ограничения	Fmax	Fmin	F
1	95	21	58
2			76,5
3			85,75
4			90,375
5			88,0625

Рисунок 3.9 – Таблиця надійності та їх цільова функція

І, нарешті, виконуємо пошук оптимального рішення. Для зручності, в попередній таблиці виведені максимальні значення цільової функції, для кожної з підсистем, а так само сума Максимальних і Мінімальних значень цільової функції. Це знадобиться для розрахунку обмежень.

Після 5-ти ітерації, де були відсіяні елементи з обмежень, отримуємо таблицю (Рис 3.10).

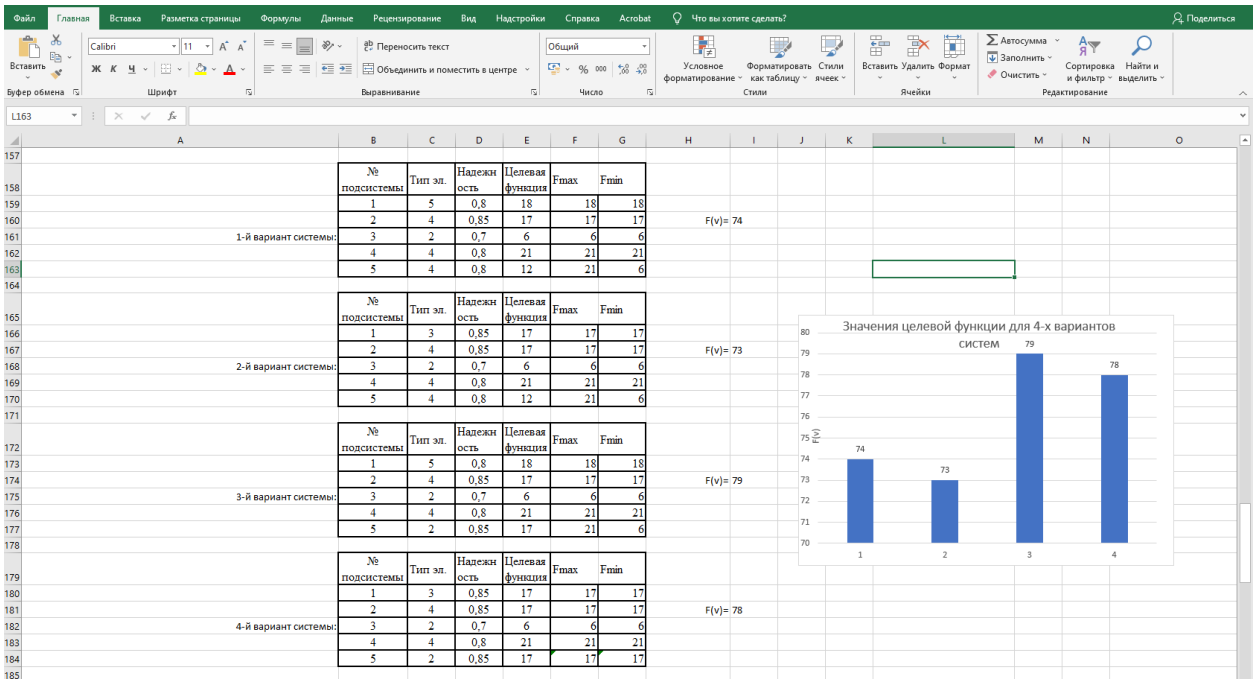
№ ограничения	Fmax	Fmin	F
1	95	21	58
2			76,5
3			85,75
4			90,375
5			88,0625



	A	B	C	D	E	F	G
148							
149		№ подсистемы	Тип эл.	Надежность	Целевая функци	Fmax	Fmin
150		1	3	0,85	17	18	17
151			5	0,8	18		
152	Оставшиеся элементы после ограничений:	2	4	0,85	17	17	17
153		3	2	0,7	6	6	6
154		4	4	0,8	21	21	21
155		5	4	0,8	12	12	12
156			2	0,85	17	17	17

Рисунок 3.10 – Останні елементи після обмежень

Як бачимо з неї можна отримати 4 варіанти системи (Рисунок 3.11)



	№ подсистемы	Тип эл.	Надежность	Целевая функция	Fmax	Fmin
	1	5	0,8	18	18	18
	2	4	0,85	17	17	17
1-й вариант системы:	3	2	0,7	6	6	6
	4	4	0,8	21	21	21
	5	4	0,8	12	21	6

F(v)= 74

	№ подсистемы	Тип эл.	Надежность	Целевая функция	Fmax	Fmin
	1	3	0,85	17	17	17
	2	4	0,85	17	17	17
2-й вариант системы:	3	2	0,7	6	6	6
	4	4	0,8	21	21	21
	5	4	0,8	12	21	6

F(v)= 73

	№ подсистемы	Тип эл.	Надежность	Целевая функция	Fmax	Fmin
	1	5	0,8	18	18	18
	2	4	0,85	17	17	17
3-й вариант системы:	3	2	0,7	6	6	6
	4	4	0,8	21	21	21
	5	2	0,85	17	21	6

F(v)= 79

	№ подсистемы	Тип эл.	Надежность	Целевая функция	Fmax	Fmin
	1	3	0,85	17	17	17
	2	4	0,85	17	17	17
4-й вариант системы:	3	2	0,7	6	6	6
	4	4	0,8	21	21	21
	5	2	0,85	17	17	17

F(v)= 78

Рисунок 3.11 – Варіанти системи

Виконаємо порівняння чотирьох систем, вважаючи цільову функцію для кожної і зобразимо це у вигляді діаграми. (Рис. 3.12)

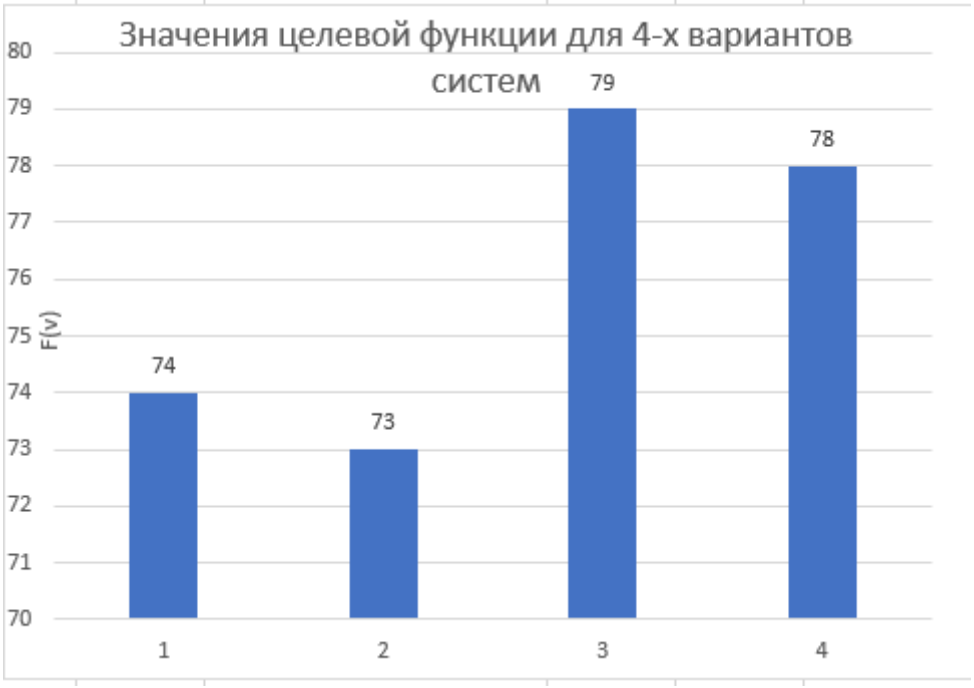


Рисунок 3.12 – Діаграма значень цільової функції для кожної з варіантів систем

Як бачимо, третій варіант системи має велику цільову функцію, ніж інші, відповідно має більшу надійність. У зв'язку з чим можемо зробити

висновок, що отриманий варіант найкращий по надійності і є допустимим і оптимальним.

3.3 Дослідження змін структури мережі при зміні обмежень на ресурси

Отже проведемо порівняльний аналіз. Для цього змінимо параметри в умові завдання:

- зменшимо надійність кожної з підсистем на 0.1
- збільшимо надійність кожної з підсистем на 0.1 (де надійність P (x)> 0.9 залишаємо незмінною)
- збільшимо допуск на техніко-економічні параметри на 10
- зменшимо допуск на техніко-економічні параметри на 10

При зменшенні надійності маємо наступний графік (Рисунок 3.13):

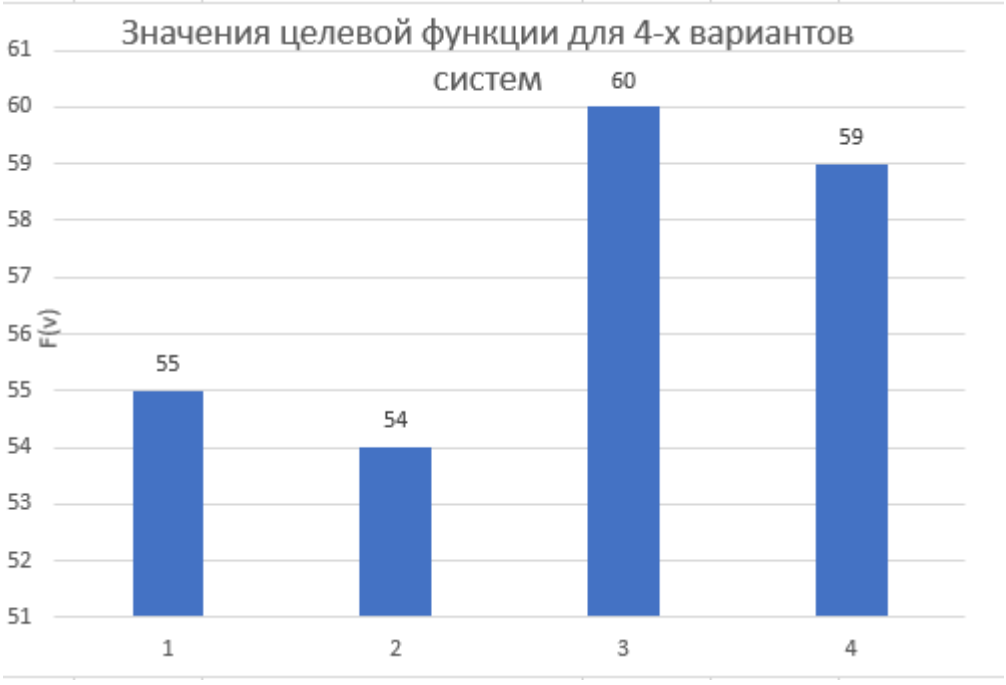


Рисунок 3.13 – Діаграма значень цільової функції для кожної з варіантів систем

Так само, при збільшенні надійності (Рисунок 3.14):

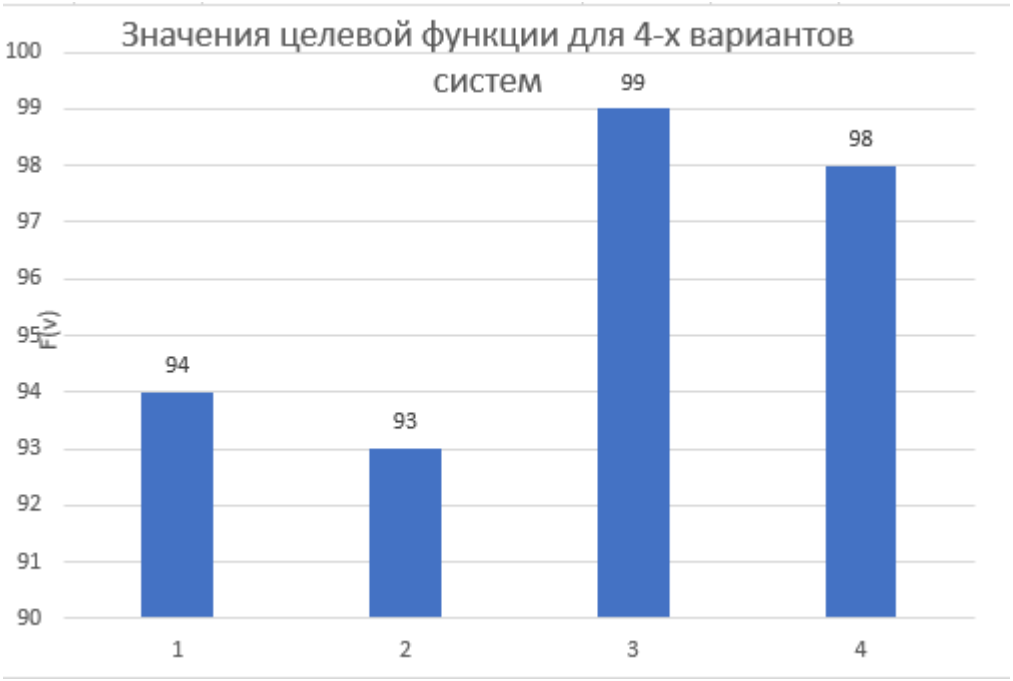


Рисунок 3.14 – Діаграма значень цільової функції для кожної з варіантів систем

При збільшенні надійності кожної з підсистем зростає і цільова функція, відповідно, зростає надійність всієї системи.

Слідом, збільшимо допуск по техніко-економічним параметрам (Рисунок 3.15):

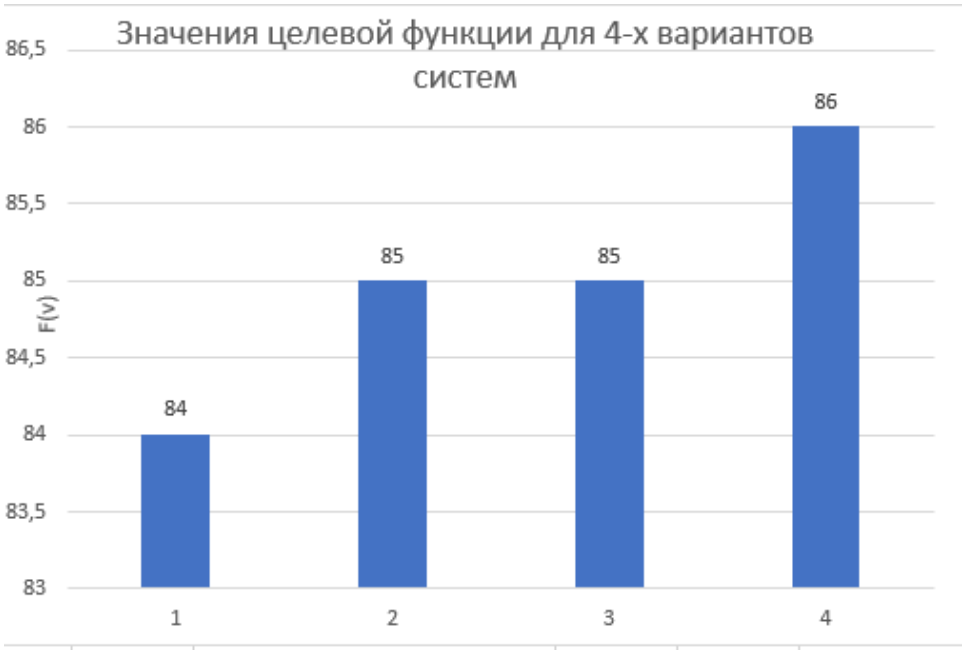


Рисунок 3.15 – Діаграма значень цільової функції для кожної з варіантів систем

І зменшимо техніко-економічні параметри (Рисунок 3.16):

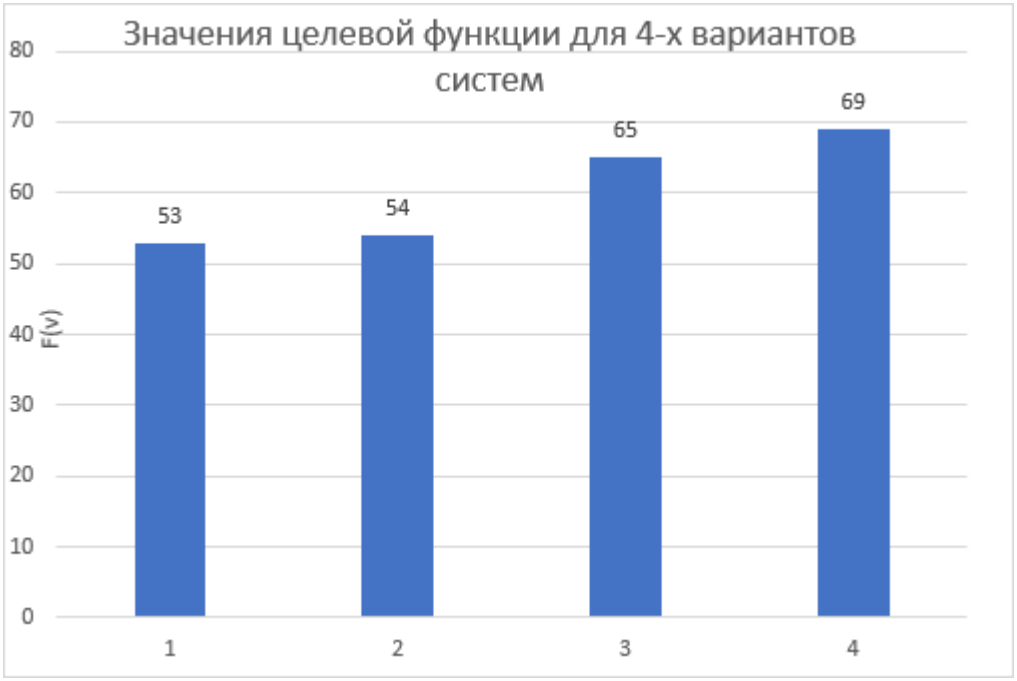


Рисунок 3.16 – Діаграма значень цільової функції для кожної з варіантів систем

При збільшенні допусків, зростає цільова функція. Тому що, елементи, що не проходять по допуску з вихідними параметрами і мають більш високу надійність, проходять при збільшенні допуску.

Для порівняння, сумісний все діаграми в одну, кожна з яких пронумерована (Рисунок 3.17).

1 - системи з вихідними параметрами

2 - системи зі зменшеною надійністю кожної з підсистем на 0.1

3 - системи зі збільшеною надійністю кожної з підсистем на 0.1

4 - системи зі збільшеними допусками на техніко-економічні параметри на 10

5 - системи зі зменшеними допусками на техніко-економічні параметри на 10

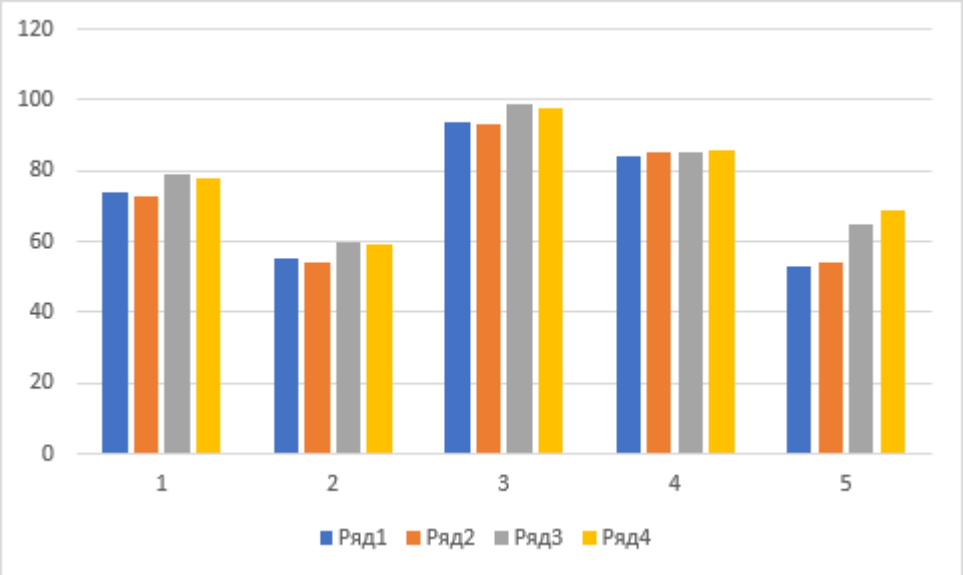


Рисунок 3.17 – Діаграми значень цільової функції для кожної з варіантів систем

З даної діаграми можна зробити кілька висновків. Очевидно, що при збільшенні надійності кожної з підсистем зростає і цільова функція, відповідно, зростає надійність всієї системи. При збільшенні допусків, так само зростає цільова функція. Це пояснюється тим, що елементи, що не проходять по допуску з вихідними параметрами і мають більш високу надійність, проходять при збільшенні допуску. Відповідно, при зменшенні допуску - падає надійність.

ВИСНОВКИ

Для практичного аналізу надійності ІС необхідні відповідні математичні моделі. Існуюча технологія ґрунтується на відпрацьованою століттями не автоматизовані (ручний) процедурі побудови необхідних математичних моделей надійності систем. До теперішнього часу вітчизняної та зарубіжної наукою розроблено багато методів такого ручного моделювання. Вони дозволяють врахувати багато, із зазначених вище особливостей і теоретично придатні для аналізу надійності сучасних ІС. Найбільш практично значущі результати отримані в галузі оцінки показників надійності елементів і типових підсистем ІС.

Більш складною проблемою є розробка моделей і розрахунок показників надійності сучасних ІС в цілому. Головна причина такого становища - технологічна. Вона полягає в проблемі розмірності, тобто непереборної громіздкість і трудомісткості процедур не автоматизованого (ручного) побудови математичних моделей надійності та структурно-складних ІС, що складаються з великої кількості елементів. Реальні ІС можуть включати в себе сотні і навіть тисячі елементів.

Саме це "прокляття великої розмірності" традиційних ручних технологій побудови математичних моделей, не дозволяє застосовувати на практиці навіть добре теоретично розроблені методи системного аналізу надійності сучасних ІС.

В першим розділі розглянути способи забезпечення доступності комп’ютерної системи. Для роботи обрано спосіб апаратної доступності.

Проведено аналіз методів розрахунку надійності складних систем, виявлені їх переваги да недоліки. Обрано аналітичний метод дослідження.

Визначено завдання на дослідження.

В другому розділі розроблена математична модель розрахунку структури мережі за критерієм максимальної надійності.

Розроблена методика вибору елементів структури мережі за заданими показниками.

Проведено обґрунтування критерія ефективності функціонування мережі при обмеженні ресурсів.

В третьому розділі описано вибір програмного забезпечення для оптимізації структури складної системи за критерієм надійності. Визначені завдання, які були вирішені за допомогою даного ПЗ. Так само зазначено визначення Excel описані переваги даного ПЗ і дано короткий опис завдань, які вирішуються за допомогою табличного процесора.

Наступним пунктом розроблений алгоритм оптимізації. Представлена блок-схема, по якій і оптимізується система. Детально описано кожен крок розрахунків за допомогою табличного процесора Excel. Так само надані зображення розрахунків.

В результаті отримано дві системи, значення цільових функцій які були зображені на діаграмі для порівняння. Після чого обрана надійна система.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Оценка надежности информационных систем [Електронний ресурс] Режим доступа: https://studref.com/521413/menedzhment/otsenka_nadezhnosti_informatsionnyh_sistem. Дата звернення: 06.11.2020

2. Конесев С.Г., Хазиева Р.Т. МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ КОМПОНЕНТОВ И СИСТЕМ // Современные проблемы науки и образования. – 2015. ; [Електронний ресурс] Режим доступа: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17558. Дата звернення: 15.11.2020.

3. Расчёт надёжности сложных систем с параллельной структурой, полностью восстанавливаемых в процессе эксплуатации [Електронний ресурс] Режим доступа: http://ubs.mtas.ru/search/search_results_ubs_new.php?publication_id=17425&IBLOCK_ID=20. Дата звернення: 01.12.2020.

4. Платунова С.М. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФРАГМЕНТОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ. - Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2012. - 51 с. - 100 экз.

5. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. М.: Техносфера, 2003. — 512 с. — ISBN: 5-94836-011-3.

6. Норенков И.П. Основы автоматизированного проектирования [Електронний ресурс] Режим доступа: http://www.docme.su/doc/1698418/norenkov-i.p.-avtomatizirovannoe-proektirovanie.---m.--20.... Дата звернення: 12.01.2021

7. Алиев Т. И. Сети ЭВМ и телекоммуникации, СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 312 с.

8. Олифер В. Г., Олифер Н. А., Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы .— 4-е изд .— СПб. [и др.]: Питер, 2011 .

9. Столлингс В. Современные компьютерные сети, 2-е издание Энциклопедия, СПБ: Питер, 2003.

10. Бражник А.Н., Имитационное моделирование: возможности GPSS WORLD [Текст] — СПб.: Реноме, 2006.

11. Крылов В.В., Самохвалов С.С. Теория телетрафика и её приложения. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

12. Острейковский В. А., Теория надежности. Учебник. — М.: Высшая школа, 2003. — 463 с. — ISBN: 5-06-004053-4

13. Половко А. М. Гуров С. В., Основы теории надежности. Практикум — Изд. 2-е, перераб. и доп .— СПб.: БХВ-Петербург, 2008.

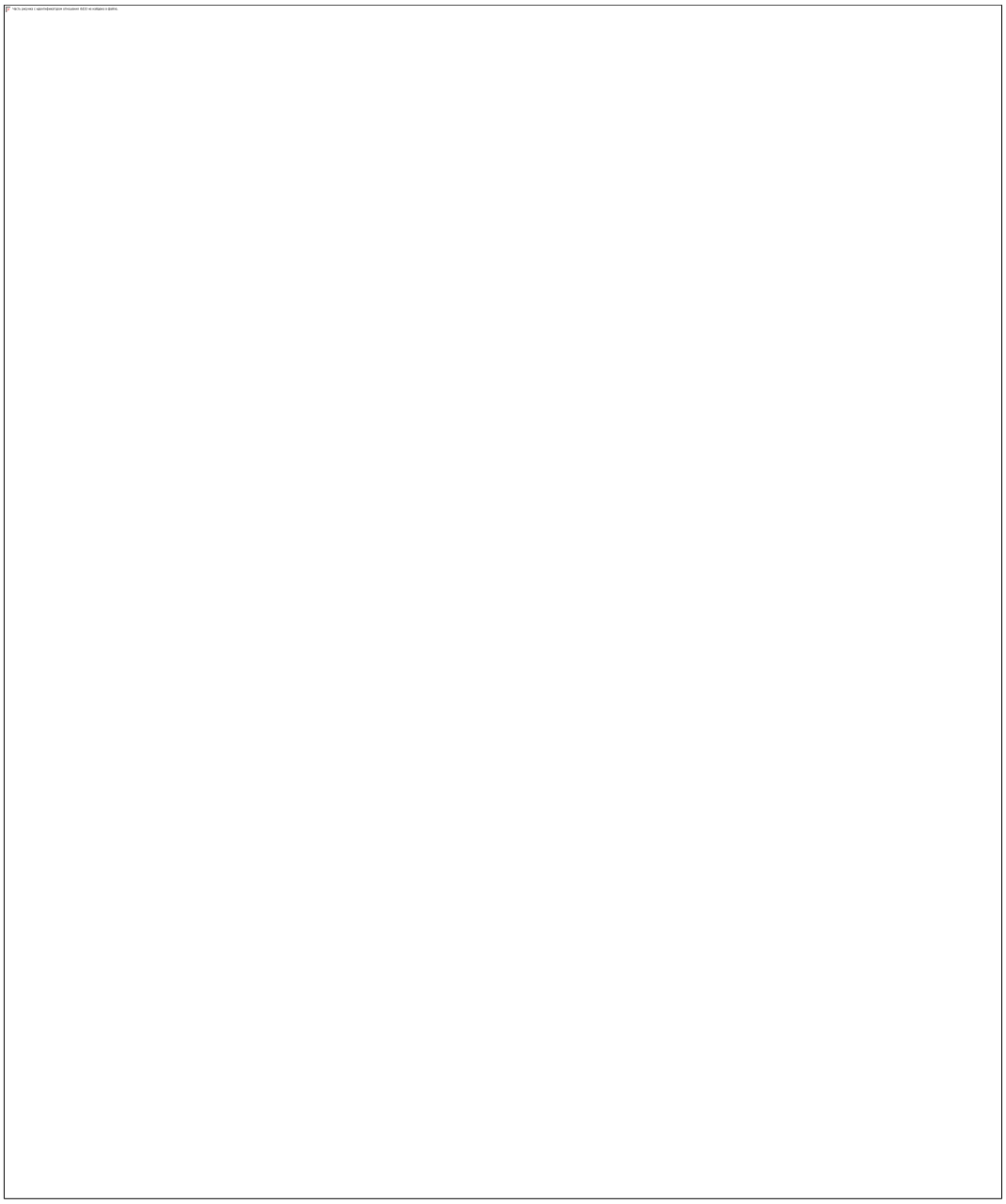
14. ВОРОНЦОВ Ю. А., КАЛИМУЛИНА Э. Ю. Обеспечение надежности корпоративных сетей операторов связи //Вестник связи. – 2004.

15. ПЕРЕГУДА А. И., ТВЕРДОХЛЕБОВ Р. Е. Математическая модель надёжности информационных систем // Методы менеджмента качества. – 2004.

16. ЧЕРКЕСОВ Г. Н. Надёжность аппаратно-программных комплексов. – Спб.: Питер, 2005.

17. Алиев Т. И. Основы моделирования дискретных систем [Текст]: учебное пособие — СПб.: СПбГУ ИТМО, 2009.

Додаток А


Часть рисунка с характеристиками отношений IDEF1 не попала в фрейм.

Додаток Б

Затверджую
_____
«_____»_____2021р.

Технічне завдання
на розробку програмного виробу
«Метод розрахунку показників надійності автоматизованої системи управління технологічним процесом»

1.	**Введення**	Назва: Модель управління доступністю комп'ютерної системи Область застосування: управління проектами.
2.	**Підстава для розробки**	1) Навчальний план ФКН за спеціальністю 151 - Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. 2) Завдання на дипломну роботу бакалавра № 0210-05/396 від 21.02.2020 (Додаток А).
3.	**Призначення та цілі розробки**	1) Метод призначений для використання в дослідницькій роботі. 2)Розробка моделі управління доступністю комп'ютерної системи. 3) Оптимізація структури складної системи за критерієм надійності
4.	**Вхідні дані для розробки**	Показники надійності, техніко-економічні параметри.
5.	**Вимоги до програмного продукту (моделі)**	У якості програмного продукту можуть використовуватися пакети прикладного програмування (Mathcad, Mathlab, тощо), табличний процесор Excel.
6.	**Вимоги до програмної документації**	Програмною документацією щодо розроблюваного програмного продукту вважати: 1) Справжнє технічне завдання на розробку програми (Додаток Б); 2) Методику випробувань (Додаток В); 3) Програмна реалізація у зв'язку з великим текстом не надається. 4) Вхідні данні, та вимоги що необхідні для розрахунків
7.	**Вимоги до техніко-економічних**	1) Оцінка економічної ефективності – непотрібна. 2) Визначення економічних переваг моделі в порівнянні з вітчизняними та зарубіжними

<table>
<tr><td></td><td>показників</td><td colspan="2">аналогами – непотрібно.</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8.</td><td rowspan="2">Стадії і етапи розробки</td><td>Дата</td><td>Назва етапу</td></tr>
<tr><td>Від 8 листопада 2020
до 25 листопада 2020

від 02 грудня 2020
до 27 січня 2021

від 8 лютого 2021
до 17 березня 2021

від 28 березня 2021
до 02 травня 2021

від 10 травня 2021
до 25 травня 2021</td><td>Аналіз вимог та принципів управління доступністю комп’ютерної системи

Дослідження методів доступності комп’ютерних систем

Розробка математичної моделі доступності комп’ютерної системи.

Розробка комп’ютерної моделі доступності комп’ютерної системи.

Оформлення пояснювальної записки.</td></tr>
<tr><td>9.</td><td>Порядок контролю і приймання програмного продукту (моделі)</td><td colspan="2">1) Випробування розробленої методики провести відповідно до програми та методики випробувань на базі комп’ютерного класу.
2) Захист розробленої методики провести на засіданні Атестаційної комісії.
3) Пояснювальну записку подати на паперових носіях в 1 примірнику і в електронному вигляді в 1 примірнику на CD-R компакт-диску.</td></tr>
</table>

Виконавець

студент групи КУ – 41

Хижняк О. В.

_____

Замовник

к.т.н., доц. доцент кафедри ТПС

Бердніков А. Г.

_____

Додаток В

Затверджую

_____

«_____»_____2021р.

ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ВИПРОБУВАНЬ
Математичної моделі «Модель управління доступністю комп'ютерної системи»

1) Об'єкт випробувань.

Об'єктом дослідження є процес оптимізації структури складної системи за критерієм надійності.

2) Мета випробування

Перевірка відповідності функціональності розробленої методики заявленим функціональним можливостям в технічному завданні (Додаток Б до пояснювальної записки до дипломної роботи).

3) Вимоги до моделі

Модель повинна:

1) Представляти з себе математичну реалізацію оптимізації структури складної системи
2) Приймати на вхід показники надійності та техніко-економічні показники;
3) Надати результат роботи у розрахованих показниках надійності;
4) Для використовування математичної моделі, керівник проекту може використовувати будь-який систему прикладного програмування (MatLab, MATHCAD), табличний процесор Excel;
5) Для використання моделі необхідний ПК з ОС «Windows», системою прикладного програмування або пакетом Microsoft Ofice;
6) Вимоги до інформаційної та програмної сумісності: «Windows» версія 7.0 і вище;
7) Вимоги до маркування та упаковки (не висуваються);
8) Вимоги до транспортування і зберігання (не висуваються);
9) Спеціальні вимоги (не висуваються).

4) Вимоги до програмної документації

Склад програмної документації, що пред'являється на випробуванні:

Програмною документацією щодо розроблюваного моделі вважати:

1) Справжнє технічне завдання на розробку програми (Додаток Б);
2) Програму і методику випробувань розробленої програми (Додаток В);

3) Опис використовуваної програмної системи (представлено в Розділі 3).

5) Засоби випробувань

Необхідна наявність ПК зі встановленим табличним процесором Excel, необхідним для виконання розрахунків.

6) Програма і методика випробувань

1. Перевірка програмної документації
   1.1. Перевірка складу програмної документації. Перевірку здійснювати за критерієм наявності, представленої в ТЗ документації.
   1.2. Перевірка якості програмної документації. Перевірку здійснювати за критерієм відповідності вимогам ГОСТ 19.301-79 ЕСПД. «Програма і методика випробувань».
2. Перевірка працездатності моделі

   Тест 1

   2.1. Перевірку здійснюємо шляхом введення економічно технічних показників в таблицю і отримуємо елементи які не проходять допуск по обмеженню;

1-й вариант системы:

№ подсистемы	Тип эл.	Надежность	Целевая функция	Fmax	Fmin
1	5	0,8	18	18	18
2	4	0,85	17	17	17
3	2	0,7	6	6	6
4	4	0,8	21	21	21
5	4	0,8	12	21	6

F(v)= 74

2-й вариант системы:

№ подсистемы	Тип эл.	Надежность	Целевая функция	Fmax	Fmin
1	3	0,85	17	17	17
2	4	0,85	17	17	17
3	2	0,7	6	6	6
4	4	0,8	21	21	21
5	4	0,8	12	21	6

F(v)= 73

3-й вариант системы:

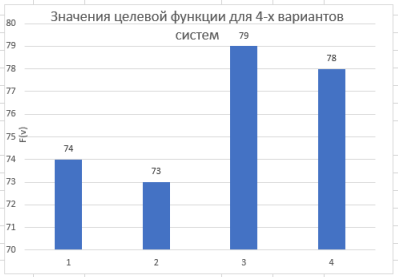
№ подсистемы	Тип эл.	Надежность	Целевая функция	Fmax	Fmin
1	5	0,8	18	18	18
2	4	0,85	17	17	17
3	2	0,7	6	6	6
4	4	0,8	21	21	21
5	2	0,85	17	21	6

F(v)= 79

4-й вариант системы:

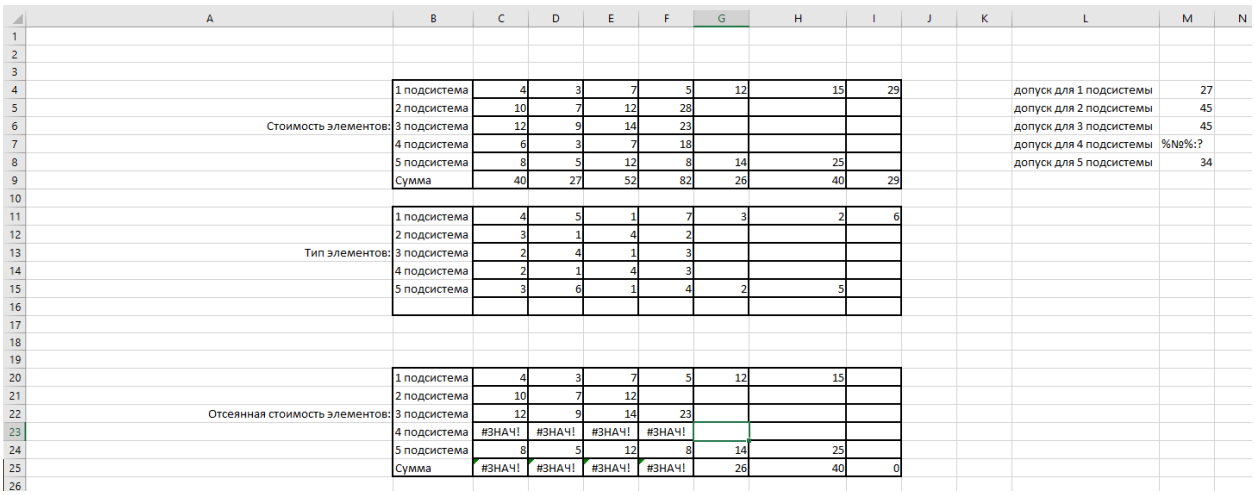
№ подсистемы	Тип эл.	Надежность	Целевая функция	Fmax	Fmin
1	3	0,85	17	17	17
2	4	0,85	17	17	17
3	2	0,7	6	6	6
4	4	0,8	21	21	21
5	2	0,85	17	17	17

F(v)= 78



Тест 2

2.2. Повторна перевірка здійснюється шляхом проведення Тесту, аналогічного Тесту 1, але вхідні данні мають аномальні значення для перевірки на помилки вхідних даних.



	1 подсистема	4	3	7	5	12	15	29			допуск для 1 подсистемы	27	
	2 подсистема	10	7	12	28						допуск для 2 подсистемы	45	
Стоимость элементов:	3 подсистема	12	9	14	23						допуск для 3 подсистемы	45	
	4 подсистема	6	3	7	18						допуск для 4 подсистемы	%№%:?	
	5 подсистема	8	5	12	8	14	25				допуск для 5 подсистемы	34	
	Сумма	40	27	52	82	26	40	29					
	1 подсистема	4	5	1	7	3	2	6					
	2 подсистема	3	1	4	2								
Тип элементов:	3 подсистема	2	4	1	3								
	4 подсистема	2	1	4	3								
	5 подсистема	3	6	1	4	2	5						
	1 подсистема	4	3	7	5	12	15						
	2 подсистема	10	7	12									
Отсеянная стоимость элементов:	3 подсистема	12	9	14	23								
	4 подсистема	#ЗНАЧ!	#ЗНАЧ!	#ЗНАЧ!	#ЗНАЧ!								
	5 подсистема	8	5	12	8	14	25						
	Сумма	#ЗНАЧ!	#ЗНАЧ!	#ЗНАЧ!	#ЗНАЧ!	26	40	0					

Висновки: випробування вважаються успішно пройденими, якщо були виконані всі перевірки з пункту 2.1, 2.2.